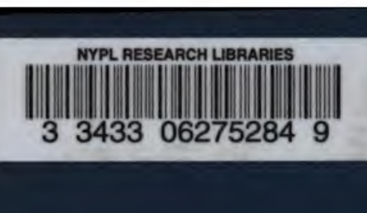
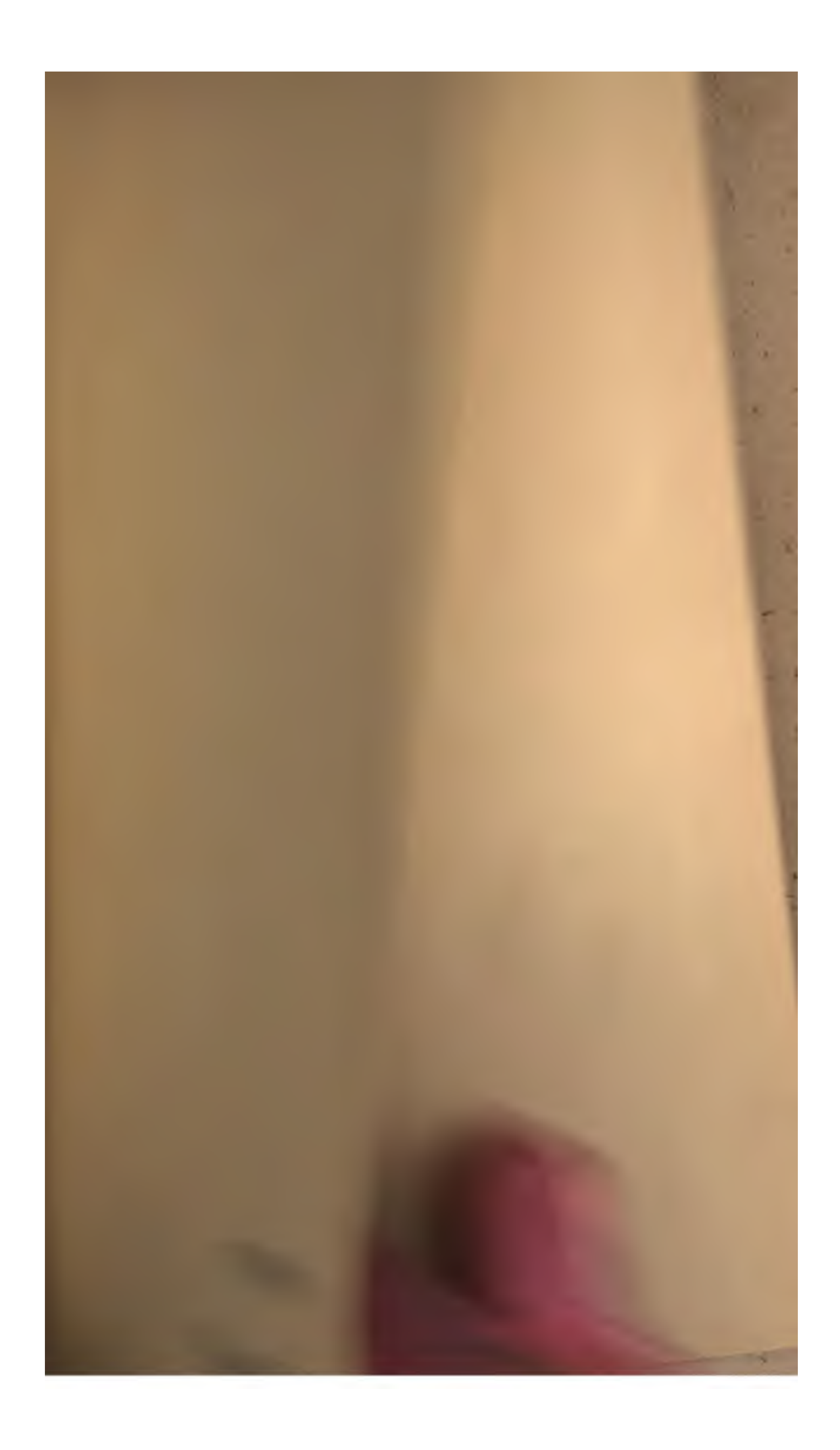




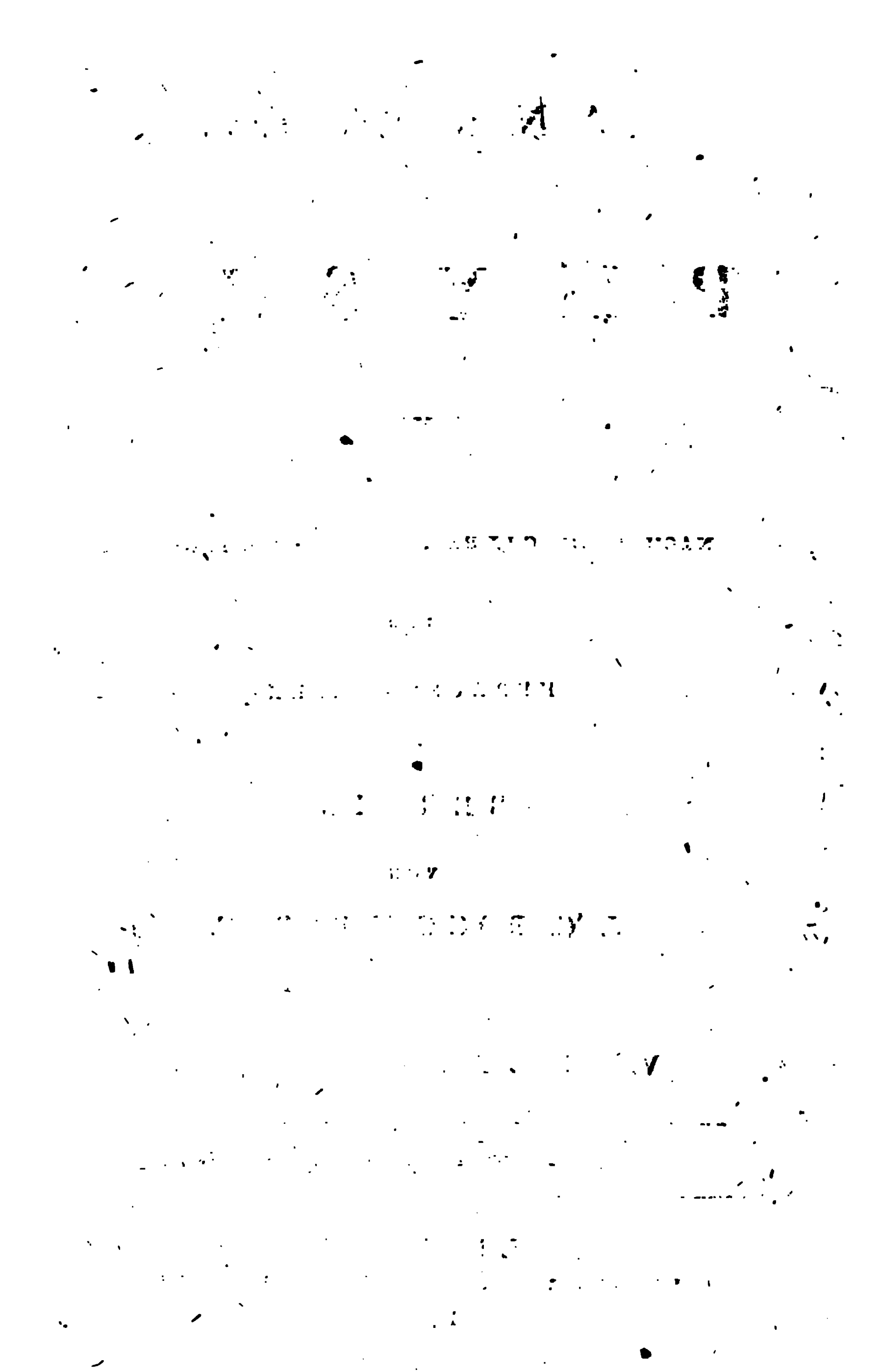












# ANNALEN
DER
# PHYSIK.

NACH *L. W. GILBERTS* TODE FORTGESETZT

UND

HERAUSGEGEBEN

ZU

BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

VIER UND ACHTZIGSTER BAND.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG
VERLAG VON JOH. AMBROSIUS BARTH
1826.

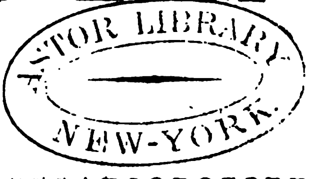
# ANNALEN

DER

# PHYSIK

UND

# CHEMIE.




HERAUSGEGEBEN

ZU

BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

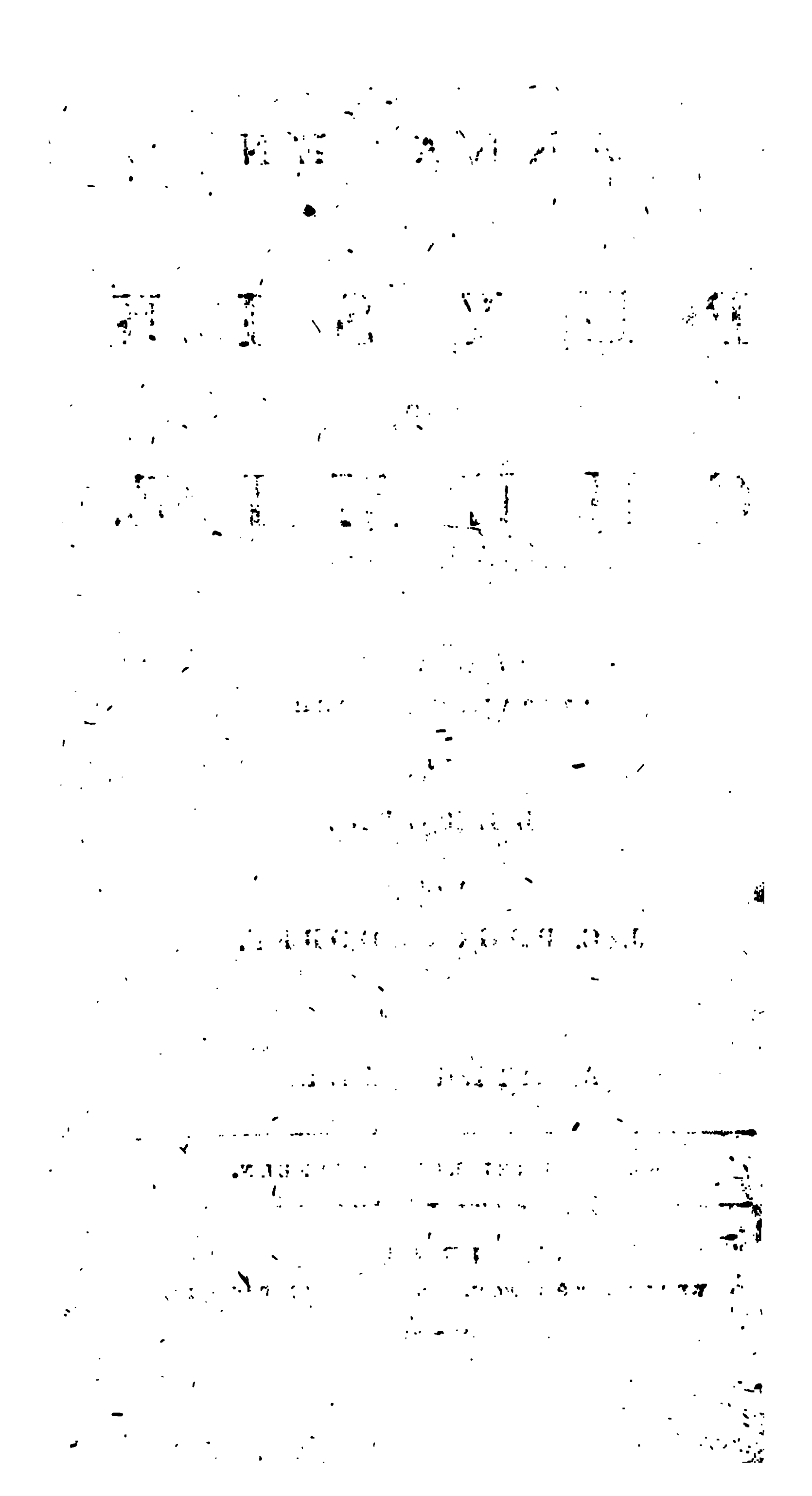
ACHTER BAND.

---

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

---

LEIPZIG
VERLAG VON JOH. AMBROSIUS BARTH
1826.



# I n h a l t

des achten Bandes der Annalen d. Physik u. Chemie.

## Erstes Stück.

---

## Zweites Stück.

---

## Drittes Stück.

## Viertes Stück.



läfs
fuli
fchi
eine
hat.
art ab
fergas
rigkeit
Annal.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1826, NEUNTES STÜCK.

# I.

## *Ueber die Bestimmung der relativen Anzahl von einfachen Atomen in chemischen Verbindungen;*

von

J. J. Berzelius.

(Fortsetzung.)

### Ueber die Art, die relativen Gewichte der einfachen Atome zu bestimmen und mit einander vergleichbar zu machen.

Eine der einfachsten Methoden, die relativen Gewichte der Atome zu bestimmen, ist die, dass man mit gehöriger Genauigkeit die Körper in Gasform wägt und das specifische Gewicht derselben mit einander vergleicht. Allein abgesehen davon, dass diese Methode sich nur bei sehr wenigen Körpern ausführen läfst, erfordern auch solche Versuche, wenn das Resultat genau werden soll, einen hohen Grad von Geschicklichkeit und unausgesetzte Aufmerksamkeit auf eine Menge von Schwierigkeiten, die man zu besiegen hat. Von solcher Art ist die Schwierigkeit, eine Gasart absolut rein, ohne Einmengung von Luft, Wassergas und andern Gasarten zu erhalten, die Schwierigkeit, das zu wägende Gas genau von gleicher Ela-

ſticität mit der der Luft während der Wägung zu bekommen, u. ſ. w. Das Atomengewicht des Sauerſtoffs, Stickſtoffs und Waſſerſtoffs haben auf dieſe Weiſe ſo ziemlich genau beſtimmt werden können, weil dieſe Gaſe keine Einwirkung ausüben auf die metallnen Hähne des Gefäſses und auf das Fett, womit dieſe, um dicht zu halten, überzogen ſind. Das Atomengewicht des Kohlenſtoffs hat auf gleiche Art aus der Wägung des Kohlenſäuregaſes, das ein dem ſeinigen gleiches Volumen Sauerſtoffgas enthält, abgeleitet werden können, da alles, was jenes mehr wiegt als dieſes, Kohlenſtoff iſt. Solche Gaſe hingegen, die mit Leichtigkeit die Hähne angreifen oder von dem Fette auf ihnen abſorbirt oder ſonſt leicht verändert werden, wie z. B. Chlor, Schwefel- und Phosphorwaſſerſtoffgas, ſo wie auch die ſauren Gaſe im Allgemeinen können auf dieſe Weiſe wohl approximativ gewogen werden, aber das Reſultat dieſer Wägung kann den hohen Grad von Genauigkeit nicht erreichen, welche in de Gewichtsbeſtimmung bei den Körpern in feſter o zuweilen in flüſſiger Geſtalt durch gut gewählte ſy thetiſche oder analytiſche Methoden erreicht wer kann.

Die gewöhnlichſte Weiſe, die Atomengewic der Körper zu erhalten, beſteht darin, die Verb dungen derſelben mit Sauerſtoff mit möglichſter nauigkeit zu analyſiren, ſobald man, durch das, ich vorhin angeführt habe, die relative Anzahl Atome in der Verbindung kennt. Wenn ſie z. B 3 Atomen Sauerſtoff und einem Atome des Ra beſteht, ſo verhält ſich das Gewicht von einem A Sauerſtoff zu einem Atome des Radikals, wie $\frac{1}{3}$

fundenen Sauerstoffmenge zu der ganzen gefundenen Menge des Radikals, oder blofs zu der Hälfte derselben, wenn das Atom des Oxydes aus 3 Atomen Sauerstoff und 2 Atomen Radikal besteht.

Um die gefundenen Atomengewichte mit einander vergleichbar zu machen, nimmt man das Gewicht eines unter ihnen zur Einheit an, mit welchem man alsdann die anderen vergleicht und sie alle damit proportional macht, ganz so, wie wir das specifische Gewicht der Körper mit dem zur Einheit angenommenen Gewicht des Wassers vergleichen.

Bei der Wahl des Körpers, welcher die Einheit vorstellt, haben die Chemiker sich zwischen dem Sauerstoff und dem Wasserstoff getheilt.

Dalton, welcher zuerst einen solchen Vergleich versuchte, wählte dazu den *Wasserstoff*, darum, weil dessen Atomengewicht das kleinste von allen ist. Dalton's Beispiel ist hernach von einer Menge von Chemikern befolgt worden und hat eine Art von Bürgerrecht erhalten, durch die Beobachtung von Prout, dafs die Atomengewichte der Körper, wie sie durch directe Versuche gefunden werden, den geraden Multiplen des Atomengewichts vom Wasserstoff so nahe kommen, dafs die Abweichung möglicherweise nur den Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden kann. Bei dieser Berechnung nahm Prout das Atomengewicht des Wasserstoffs gleich an mit zwei Volumen Wasserstoffgas, und wenn diese Beobachtung richtig wäre, so müfsten die Atomengewichte aller Körper ohne Rest dividirbar seyn durch die Summe, welche das Gewicht von zwei Atomen Wasserstoff ausdrückt, oder das specifische Gewicht aller Gase müfste ohne Rest di-

vidirbar feyn durch das doppelte fpecififche Gewicht des Wafferftoffgafes. Verfuchen wir es unter der letzteren Form, fo finden wir, dafs, wenn das fpecififche Gewicht des Wafferftoffgafes 0,0688, alfo das Doppelte deffelben 0,1376 ift, daffelbe das Gewicht des Stickgafes = 0,976 mit 7,09, das des Kohlenfäuregafes = 1,524 mit 11,075, das des Sauerftoffgafes mit 8,014, und das des Chlors = 2,4252 mit 17,62 dividirt. Wenn man auch bei den drei erften die Abweichung für Beobachtungsfehler halten könnte, fo ift fie doch beim Chlor zu grofs, als dafs man fie für einen Fehler in der Beobachtung halten könnte, felbft wenn man annähme, dafs dergleichen fowohl bei der Wägung des Chlors, als auch bei der des Wafferftoffs begangen feyn follten. Durch Vergleichung mit dem Gewicht des Wafferftoffs zu gleichen Volumen wird überdiefs dem Fehler auch nicht abgeholfen. Auf jeden Fall verdient diefer Gegenftand fo ausführlich unterfucht zu werden, dafs man, falls Prout's Bemerkung ohne Grund ift, fie als vollkommen widerlegt zu betrachten hat oder, falls fie richtig, dafs man fie als zuverläffig a nehmen kann. Statt deffen haben mehrere Chemil auf den Anfchein der Sache diefelbe für gegeben trachtet und danach Tabellen errichtet. Diefe Fr zu entfcheiden ift fchwer. Der geringfte Fehler in d Atomengewicht des Wafferftoffs wird bei der Bere nung fo oft multiplicirt, dafs die Uebereinftimm mit den geraden Multiplen eben fo leicht wie die weichung von ihnen, eine Folge der Beobachtungsfal feyn kann. Bei einigen Körpern liegt fogar das g Atomengewicht des Wafferftoffs nicht völlig a halb der Gränzen der Beobachtungsfehler. Ift P r

Vermuthung gegründet, so kann das Atomengewicht des Wasserstoffs nur genau auf die Art erhalten werden, dass man die Atomengewichte der übrigen Körper mit den vorausgesetzten Multiplen dividirt und von den verschiedenen solchergestalt erhaltenen Resultaten die Mittelzahl nimmt. Jedoch hat ein solches Multiplum-Verhältniss zwischen dem Atomengewicht des Wasserstoffs und dem der übrigen Körper keinen Grund von der Art, dass es theoretisch vorausgesetzt werden könnte, sondern dessen Wirklichkeit, falls sie Statt findet, muss für die Atome eines jeden Körpers factisch nachgewiesen werden. Ein solcher Versuch ist von Thomson gemacht worden, aber auf eine Weise, welche die Frage eben so unentschieden gelassen hat. Sein Verfahren bestand darin, dass er die von Andern bestimmten Atomengewichte auf das nächste gerade Multiplum des doppelten Atomengewichts vom Wasserstoff reducirte, und danach bestimmte er alsdann die Gewichte der zusammengesetzten Atome. Um nun zu beweisen, dass die von ihm auf diese Art gefundenen Zahlen die einzig richtigen seyen, hat er sie einer Probe unterworfen, die, wenn sie einschlägt, in vielen Fällen entscheidend ist, der nämlich, dass von solchen Salzen, die sich gegenseitig zersetzen, wie z. B. von schwefelsaurem Kali und Chlorbaryum, diejenigen Quantitäten, welche hernach als Atomengewichte angenommen werden, einander genau ausfällen; er führt dabei an, dass die Fällung stets so vollständig eintraf, wie es die Berechnung voraussetzte. — Ich habe gerade das angeführte Beispiel auf das allersorgfältigste mit reinen Materialien und mit äusserster Genauigkeit abgewogenen Quantitäten

wiederholt und gefunden, daſs $2\frac{1}{4}$ pr. Ct. vom Chlorbaryum unausgefällt blieben *). Thomson's Arbeit in dieſem Felde iſt alſo zum wenigſten unzuverläſſig.

Die andere Methode zur Vergleichung der Atomengewichte beſteht darin, das Atomengewicht des *Sauerſtoffs* zur Einheit anzunehmen. Ich gebe dieſer vor der erſteren den Vorzug, aus dem Grunde, weil die meiſten Körper, mit denen die Chemie ſich beſchäftigt, Oxyde oder Verbindungen von Oxyden ſind, und es alſo eine groſse Erleichterung bei allen Berechnungen iſt, nur 100, 200, 300 u. ſ. w. dem Atome des Radikals hinzuzulegen zu brauchen, um die Gewichte der Oxyde zu erhalten. Denen, welche das Atom des Waſſerſtoffs zur Einheit annehmen, entgeht dieſe Erleichterung; ſie nehmen das Atomengewicht des Sauerſtoffs zu 8 oder 16 an, je nachdem ſie das Gewicht des Sauerſtoffs mit 2 oder mit einem Atom Waſſerſtoff vergleichen. Man muſs dann beſtändig dieſe Zahl mit 2, 3 oder 5 multipliciren, um das Gewicht der Sauerſtoffatome zu erhalten, die zu dem Atomengewicht des Radikals addirt werden ſollen. In Rückſicht auf Leichtigkeit und Einfachheit in der Berechnung hat alſo der Sauerſtoff als Einheit groſse Vorzüge und wird ſie auch behalten, ſelbſt wenn das zuvor angeführte Multiplum-Verhältniſs des Waſſerſtoff Atomengewichts ſich beſtätigen ſollte.

Ich nehme das Atomengewicht des Sauerſtoffs

*) Dieſer Verſuch iſt mehrmals mit denſelben Reſultaten wie[...] holt worden, und zwar mit Salzen, die jedes Mal beſon[...] aus reinen Materialien bereitet wurden, damit kein unbe[...] teter zufälliger Umſtand dazu beitragen konnte.

100 an. Man hat dagegen eingewandt, daſs hiedurch die Zahlen zu groſs würden. Aber dieſem Einwand fehlt aller gültiger Grund, denn eine gewiſſe Gröſse wird bei jedem Decimalbruch erfordert, damit er ſo nahe wie möglich die volle Genauigkeit erhält. Derjenige, welcher keine groſse Genauigkeit braucht, kann nach üblicher Weiſe die Zahl abkürzen, indem er ſo viel abnimmt, daſs nur die beiden erſten Ziffern übrig bleiben; derjenige aber, welcher eine groſse Genauigkeit gebraucht, kann ſich nicht mit einer ſo kurzen Zahl behelfen. Die engliſchen Schriftſteller ſehen ſehr darauf, daſs die Zahlen kurz und leicht ſind, damit man ſie im Gedächtniſs behalten könne; ſie machen ſich deshalb kein Gewiſſen daraus, ein gefundenes Reſultat bis zum nächſten Multiplum des doppelten Waſſerſtoffatomens zu verkleinern oder zu vergröſsern.

Es ſcheint mir aber nicht Recht zu ſeyn, die Zahlen zur Erleichterung des Gedächtniſſes abzukürzen, wenn es auf Koſten der Genauigkeit geſchieht, weil ſich gewiſs höchſt ſelten jemand in dem Falle befindet, daſs er ſich bei einer chemiſchen Berechnung nur auf ſein Gedächtniſs zu verlaſſen braucht, und bei einer genauen Berechnung muſs man es niemals thun.

**Ueber die Art, durch Formeln die Zuſammenſetzung der Körper auszudrucken, ſowohl hinſichtlich ihrer Elemente, als auch hinſichtlich der Anzahl ihrer Atome.**

In dem Vorhergehenden haben wir geſehen, wie die Symbole der Radikale und des Sauerſtoffs die Vorſtellungen von den verſchiedenen Oxydationsreihen erleichtern. Wenn man einem jeden Körper ein be-

sonderes Zeichen giebt, welches das relative Gewicht seiner Atome darstellt, so kann man davon einen allgemeineren Gebrauch machen. Zu diesen Zeichen wählen wir den Anfangsbuchstaben der lateinischen Namen der Körper. Wenn die Namen mehrerer Körper mit demselben Buchstaben anfangen, so setze man den ersten Buchstaben hinzu, welchen sie nicht gemeinschaftlich besitzen. So z. B. bedeutet C = Kohlenstoff, Cl = Chlor, Cr = Chrom, Cu = Kupfer, Co = Kobalt. Bei den Metalloiden setzt man keinen Buchstaben hinzu, auch dann nicht, wenn ihre Namen mit demselben Buchstaben anfangen, wie die einiger Metalle. Chlor und Kiesel (Silicium) machen indess eine Ausnahme davon, weil deren Namen mit denselben Buchstaben anfangen, wie Kohle und Schwefel.

Die Anzahl der Atome wird durch Ziffern bezeichnet. Eine Ziffer zur Linken multiplicirt alle Atome, welche derselben, bis zum nächsten + Zeichen oder bis zu Ende der Formel, zur Rechten steht. Eine kleine Zahl zur Rechten oben gestellt, wie ein algebraischer Exponent, multiplicirt nur die Atomengewichte zur Linken, wenn welche dahingestellt sind. Z. B. $S^2O^5$ bedeutet *ein* Atom Unterschwefelsäure, aber $2S^2O^5$ bedeutet *zwei* Atome von derselben Säure.

In allen solchen Fällen, wo 2 Atome des Radikals sich mit 1, 3, oder 5 Atomen Sauerstoff verbinden, wie z. B. der Schwefel, wird die Deutlichkeit der Formel sehr vermehrt, wenn man ein besonderes Zeichen für Doppelatome hat. Das natürlichste Zeichen wäre gewiss, die Anfangsbuchstaben zu verdoppeln aber auf eine solche Weise, dass sie zusammenhängend bleiben und nicht zwei, sondern ein Zeichen

ausmachen. Um diese Formeln im Schreiben zu bezeichnen, habe ich es jedoch weit leichter zu bewerkstelligen und eben so deutlich gefunden, durch den Anfangsbuchstaben, wenn er zwei Atome bezeichnen soll, im untern Drittel desselben einen geraden Strich zu ziehen, so dass z. B. P ein einfaches und $\bar{P}$ ein doppeltes Atom Phosphor bedeutet, As ein einfaches und $\bar{A}$s ein doppeltes Atom Arsenik.

Wenn man zusammengesetzte Atome der ersten Ordnung ausdrücken will, kann es auf folgende Art geschehen: $CuO + SO^3$ bedeutet schwefelsaures Kupferoxyd, und $\bar{F}eO^3 + 3SO^3$ bedeutet schwefelsaures Eisenoxyd. Wenn man aber die Zusammensetzung eines Doppelsalzes, d. h. eines zusammengesetzten Atomes zweiter Ordnung, ausdrucken will, wird die Formel auf diese Weise lang und undeutlich, und da diese Atome zweiter Ordnung gewöhnlich nichts anderes sind, als Sauerstoffsalze oder Schwefelsalze, so kann man mit Leichtigkeit, oberhalb der Radikale, die Anzahl der Sauerstoffatome mit Punkten, und die der Schwefelatome mit Kommaten bezeichnen, wenn man glaubt, dass diess letztere bei einigen Fällen Bequemlichkeit hat. Man bezeichne z. B. schwefelsaures Kupferoxyd mit $\dot{Cu}\dddot{S}$, schwefelsaures Eisenoxyd mit $\ddot{\bar{F}}\dddot{S}^3$, Alaun mit $\dot{K}\dddot{S}^3 + \dddot{\bar{A}l}\dddot{S}^3 + 24\dot{\bar{H}}$. Indess pflege ich gewöhnlich das Wasseratom mit Aq zu bezeichnen. Auf dieselbe Art kann z. B. $\acute{K}$ Schwefelkalium bedeuten, und z. B. $\acute{K}\acute{\acute{\acute{M}}}o$ bedeuten molybdängeschwefeltes Schwefelkalium. Ich pflege gewöhnlich diese Formeln mit dem elektropositiven Bestand-

theile anzufangen und mit dem elektronegativ
ſchlieſsen. Dieſe Schwefelverbindungen komm
deſs bis jetzt ſo ſelten vor, daſs die Abkürzung
Formeln zu keiner bedeutenden Erleichterung
ren kann.

Folgendes ſind die Symbole, welche die ein
einfachen Körper bezeichnen:

O *Sauerſtoff*
H *Waſſerſtoff*
N *Stickſtoff* (Nitrogenium)
S *Schwefel*
P *Phosphor*
Cl *Chlor*
J *Jod*
F *Fluor*
C *Kohle*
B *Bor*
Si *Kieſel*
Se *Selen*
As *Arſenik*
Cr *Chrom*
Mo *Molybdän*
W *Wolfram*
Sb *Antimon* (Stibium)
Te *Tellur*
Ta *Tantal*
Ti *Titan*
Os *Osmium*
Au *Gold*
Ir *Rhodium*
Pt *Platin*
Pd *Palladium*

Hg *Queckſilber*
Ag *Silber*
Cu *Kupfer*
U *Uran*
Bi *Wismuth*
Sn *Zinn*
Pb *Blei*
Cd *Cadmium*
Zn *Zink*
Co *Kobalt*
Ni *Nickel*
Fe *Eiſen*
Mn *Mangan*
Al *Aluminium*
Zr *Zirkonium*
Y *Yttrium*
Be *Beryllium*
Mg *Magneſium*
Ca *Calcium*
Sr *Strontium*
Ba *Baryum*
L *Lithium*
Na *Natrium*
K *Kalium*

Dieſe Anfangsbuchſtaben ſind aus der latein
Nomenklatur genommen, weil ſie den Naturfor

aller Länder angehört, von ihnen allen gebraucht werden kann, ohne daſs es nöthig iſt, jene nach der jedesmaligen Sprache zu ändern. Daſs dieſs ein weſentlicher Vortheil iſt, kann wohl nicht beſtritten werden, auch haben die Meiſten, die ſich derſelben bedient haben, dieſs eingeſehen. Ein franzöſiſcher Schriftſteller *) hat die National-Eitelkeit gehabt, ſie mit den Anfangsbuchſtaben in der franzöſiſchen Sprache zu vertauſchen. Wenn dieſes von den engliſchen, deutſchen, italieniſchen u. ſ. w. Schriftſtellern nachgeahmt wird, ſo geht, ohne den geringſten Vortheil, viel von der Beſtimmtheit und Faſslichkeit dieſer Formeln verloren; man darf indeſs von den klaren Anſichten der Mehrzahl der wahren Naturforſcher erwarten, daſs ſie dieſen Nutzen nicht einer ſo kindiſchen Eitelkeit aufopfern. Die Wiſſenſchaft, wie ſich Humphry Davy **) ſo vortrefflich ausdrückt, gehört der Welt, ſie iſt nicht das beſondere Eigenthum *eines* Landes oder *eines* Zeitalters ***).

*) Beudant, Essai d'un cours élémentaire et général des sciences physiques. Minéralogie

**) In ſeiner Rede als Präſident der K. Geſellſchaft zu London bei Ueberreichung der Copleyschen Medaille für Hrn. Arago, für die Entdeckung des magnetiſchen Zuſtandes des rotirenden Kupfers: „Science, like that Nature to which it belongs, is neither limited by time nor space, it belongs to the world and is of no country and of no age".

***) Es ſey mir hier erlaubt, einige Einwürfe zu beantworten, die man gegen den Gebrauch dieſer Formeln zur Bezeichnung der atomiſtiſchen Zuſammenſetzung der Körper gemacht hat. Man hat geſagt, ſie ſeyen undeutlich, irreleitend und zwecklos. Undeutlich ſind ſie gewiſs nur ſo lange, als man ihre Be-

### Ueber das Gewicht der Atome der einfachen Körper.

Die Versuche, durch welche die Gewichte der Atome der einfachen Körper bestimmt sind und welche ich hier anführen werde, sind zum grossen Theil

deutung noch nicht kennt; hernach kann nichts leichter seyn, als sie zu verstehen. Irreleitend können sie dagegen niemals seyn, sie liefern einen einfachen Ausdruck, wie, nach der Vorstellung der Person, welche die Formel aufgesetzt hat, die Verbindung zusammengesetzt ist. Wenn diese Vorstellung unrichtig und irreleitend ist, so wird sie es seyn, auf welche Weise man sie auch ausdrückt; die Formel hat daran keinen Antheil. Man hat auch gesagt, sie machen auf die Mathematiker einen unangenehmen Eindruck, da die in der Algebra unter dem Namen des Exponenten bekannte Zahl oben zur Rechten, einen höheren Werth hat als hier, und dass die Mathematik vor allem ihr Recht haben müsse; ein solcher Einwurf aber verdient keine Berücksichtigung. Der Buchstabe *P* in der griechischen Sprache wird als *R* in der russischen gelesen, und eben so leicht, als man sich bei Lesung eines Buches hinsichtlich der Sprache irren kann, eben so leicht kann man sich hinsichtlich der Wissenschaft irren. Was aber den Einwurf der Zwecklosigkeit betrifft, so will ich hier dem Leser durch das folgende Beispiel einen Begriff geben, wie viel diese Formeln ausdrücken und wie anschaulich der Ausdruck i[st.]

$\dot{K}\dddot{S} + \dddot{Al}\dddot{S}^{3} + 24\bar{H}$ ist, wie wir vorhin gesehen hab[en,] die Formel, welche die Zusammensetzung des Alauns a[us-]drückt. Sie zeigt, dass in diesem ein Atom Kalium verein[igt] ist mit 2 Atomen (einem Doppelatom) Aluminium, mit 4 Atom[en] Schwefel, mit 48 Atomen Wasserstoff und mit 40 Atom[en] Sauerstoff; dass ein Atom Kali vereinigt ist mit einem At[om] Thonerde, mit 4 Atomen Schwefelsäure und mit 24 A[tomen] Wasser, oder dass ein Atom schwefelsaures Kali verein[igt] mit einem Atome schwefelsaurer Thonerde und beide neutral sind, „d. h. in dem Sättigungsgrade, wo die Säu[re]

absichtlich von mir angestellt, um diese relativen Gewichte auszumitteln. Daſs ich in Fällen, wo Andere dieselben Versuche, wie ich, aber mit verschiedenem Resultate, angestellt haben, den meinigen den Vorzug gebe, wird mir hoffentlich keiner verdenken. Ich weiſs *sehr wohl*, welche Sorgfalt ich selbst anwandte, um ein genaues Resultat zu erlangen, aber bei aller Achtung für die Bemühungen Anderer, kann ich doch nicht im gleichen Grade Kenntniſs von diesen haben. Wo die Resultate aus den Versuchen Anderer abgeleitet worden, ist es angegeben.

Dreifache von dem Sauerstoff der Basis enthält; daſs der Sauerstoff der Thonerde das Dreifache von dem des Kalis ist; daſs der Sauerstoff der Schwefelsäure das Zwölffache von dem des Kalis und das Vierfache von dem der Thonerde ist; daſs der Sauerstoff des Wassers das Vierundzwanzigfache von dem im Kali, das Achtfache von dem in der Thonerde und das Doppelte von dem in der Schwefelsäure ist. Zwar kann man sagen, daſs mehrere dieser Angaben unmittelbare Folgerungen von einander sind; das sind sie gewiſs für die, welche sie kennen, aber für diese schlieſst das Wort Alaun dasselbe ein, wie die ganze Formel, deren man sich gerade zu dem Zwecke bedient, einem Andern mit Leichtigkeit einen Ueberblick von dem, was er bemerken soll, zu verschaffen. — Ueberdieſs stöſst man bei chemischen Untersuchungen auf Verbindungen, denen entweder kein Name zu geben ist, oder die für den Augenblick nur durch eine lange Umschreibung benannt werden können, und die durch die Zusammensetzungsformel mit der vollkommensten Genauigkeit ausgedruckt werden. Ich will beispielsweise nur die vielen höheren Schwefelungsstufen der Schwefelalkalien anführen, für welche eine passende Nomenklatur bis jetzt noch fehlt, die man aber, bis passende Namen gefunden werden, durch die Formeln: KS, $KS^2$, $KS^4$, mit groſser Leichtigkeit bezeichnet.

1. *Sauerstoff.* Das Atom desselben wird, wie ich schon angeführt habe, zu 100 angenommen. Da das specifische Gewicht desselben nach den von Dulong und mir gemeinschaftlich angestellten Versuchen 1,1026 ist, und das des Wasserstoffs 0,0688, so ist, wenn man das Atomengewicht des Wasserstoffs als Einheit betrachtet, das Atomengewicht des Sauerstoffs = 16,026.

2. *Wasserstoff.* Aus dem Vorhergehenden folgt, dass das Atom des Wasserstoffs 6,244 wiegt. Ich muss jedoch hinzusetzen, dass diese Bestimmung nicht bloss auf dem Vergleich des specifischen Gewichts der beiden Gase beruht, sondern auch auf einem mit derselben vollkommen übereinstimmenden und hinreichend oft mit dem nämlichen Resultat wiederholten Versuche, Wasser auf die Art zu bilden, dass man ein genau bestimmtes Gewicht von reinem Kupferoxyd in einem Strome von reinem und getrocknetem Wasserstoffgas erhitzte und den Gewichtsverlust des Kupferoxydes, welcher aus fortgegangenem Sauerstoff bestand, mit dem Gewichte des neugebildeten Wassers verglich, das man in einem mit geschmolzenem Chlorcalcium gefüllten und genau gewogenen Gefässe auffing.

3. *Stickstoff.* Nach einer von Dulong und m gemeinschaftlich angestellten Wägung wurde d specifische Gewicht des Stickstoffgases zu 0,976 gefu den. Vergleicht man dann, durch eine einfache R gula de Tri das specifische Gewicht des Sauerstoff mit dem des Stickstoffes, so wird das Gewicht ein Atomen Stickstoff = 88,518. Berechnet man es n der Analyse des salpetersauren Bleioxydes, wel nach Verjagung der Säure durch Glühen, 0,6731 ]

oxyd zurückläſst, worin 0,048268 Sauerſtoff enthalten ſind, ſo bleiben, da die 0,3269 Salpeterſäure das 5fache jener Sauerſtoffmenge, nämlich 0,24134 enthalten, für das Gewicht des Stickſtoffs 0,08556 übrig, zu welchem ſich das Gewicht des Sauerſtoffs verhält, wie 2 Atome Stickſtoff zu 5 Atomen Sauerſtoff. Daraus erhält man die Zahl 88,61. Wenn der Waſſerſtoff zur Einheit angenommen wird, iſt das Gewicht des Stickſtoffs 14,18.

4. *Schwefel.* Ich habe ſchon geſagt, wie wir mit Sicherheit wiſſen, daſs die Schwefelſäure aus S + 3O beſteht. Um das relative Gewicht deſſelben in der Schwefelſäure zu beſtimmen, wurden 100 Thl. Blei in einem gewogenen Platintiegel in reiner Salpeterſäure aufgelöſt, mit Schwefelſäure verſetzt, abgeraucht und geglüht. Die Reſultate von vier ſolcher Verſuche waren einander bis auf die vierte Ziffer völlig gleich, ſie variirten erſt in der fünften Ziffer. Nach einer Mittelzahl aus dieſen Reſultaten betrug das ſchwefelſaure Blei 146,44 Thl. Das Blei darin nimmt 7,725 Thl. Sauerſtoff auf; die Schwefelſäure enthält das Dreifache dieſer Quantität, d. h. 23,175; der Rückſtand, 15,54, iſt alſo Schwefel. Wird das Gewicht des Schwefels aus dem Verhältniſſe deſſelben zu ⅓ des Sauerſtoffgewichts berechnet, ſo wiegt das Atom des Schwefels 201,165. Iſt das Waſſerſtoffatom die Einheit, ſo wiegt das des Schwefels 32,216 *). Aus dem ſpecifiſchen Ge-

*) Diejenigen, welche die Atomengewichte der Körper als gerade Multipla von dem Atomengewicht des Waſſerſtoffs betrachten, nehmen das letztere im Vergleich mit dem des Sauerſtoffs zu 6,25 an, und das des Schwefels gerade zum 32fachen von

wichte des Schwefelwaſſerſtoffgaſes und ſchwefligſauren Gaſes kann man das Gewicht des Schwefelatoms nicht mit Sicherheit ableiten, weil dieſe beide ſo hoch ausfallen, daſs ſie das überſteigen, was in dem vorhergehenden Verſuche gegründeterweiſe ein Beobachtungsfehler ſeyn kann. Gay-Lussac und Thénard fanden das ſpecifiſche Gewicht des Schwefelwaſſerſtoffgaſes zu 1,2132, welches das Atomengewicht des Schwefels zu 203,9 giebt, und ich fand das ſpecifiſche Gewicht des ſchwefligſauren Gaſes, im Mittel aus 9 Wägungen, die nur unbedeutend in der 4ten Ziffer variirten, zu 2,247, wonach das Atom des Schwefels 207,58 wiegen müſste. Die Urſache dieſer Abweichung habe ich nicht entdecken können; zwar vermuthe ich, daſs das Atomengewicht des Schwefels ein wenig höher iſt, als es hier angegeben worden, allein ſo groſs kann der Unterſchied doch nicht ſeyn.

5. *Phosphor.* Die Gründe, welche mich beſtimmen, 2 Atomen Phosphor und 5 Atomen Sauerſtoff in der Phosphorſäure anzunehmen, habe ich ſchon angeführt. Die relativen Gewichte werden auf die Art beſtimmt, daſs man genau gewogene Mengen von

dem des Waſſerſtoffs. Einer meiner Verſuche zur Reducti
des Bleioxydes mit Waſſerſtoffgas hatte das Reſultat gegebe
7,74 Thl. Sauerſtoff auf 100 Thl. Blei. Dieſs giebt wieder 2
für das Atomengewicht des Schwefels. Wenn es gegrün
iſt, daſs die Atomengewichte der Körper Multipla ſind
denen des Waſſerſtoffs, ſo muſs das aus dieſem Verhältni
rechnete Atomengewicht des Bleies, das zu 1292,96 au
ſich genau durch 6,25 dividiren laſſen. Das Atomenge
des Bleies ergiebt ſich aber zum 206,4 fachen des Waſſe

Phosphor durch Digeſtion mit neutralen Auflöſungen von Chlorgold oder von ſchwefelſaurem Silber, zu Phosphorſäure oxydirt. Aus der Menge dieſer reducirten Metalle wird alsdann die Sauerſtoffmenge berechnet, welche der Phosphor aus der Löſung aufgenommen hat; ſie betrug in 3 Verſuchen 126,93, 127,0 und 127,45 auf 100 Thl. Phosphor. Die letzte, durch Reduction von Silber erhaltene, halte ich für die genaueſte. Wenn dann das Gewicht des Phosphors als 2 Atome und das des Sauerſtoffs als 5 Atome betrachtet wird, ſo wird das Atomengewicht des Phosphors = 196,15, und iſt 31,41 Mal ſo ſchwer als das des Waſſerſtoffes.

6. *Chlor.* Das Atomengewicht des Chlors iſt aus folgender Reihe von Verſuchen berechnet worden: 1) Hundert Theile waſſerfreies chlorſaures Kali geben bei trockner Deſtillation 39,15 Thl. Sauerſtoff und laſſen 60,85 Thl. Chlorkalium zurück (Reſultat von vier übereinſtimmenden Verſuchen). 2) Hundert Theile Chlorkalium erzeugen 192,4 Thl. Chlorſilber, und 3) hundert Thl. Silber erzeugen 132,75 Thl. Chlorſilber. Wenn die Chlorſäure aus $2\,Cl + 5\,O$ beſteht, ſo folgt aus dieſen Datis, daſs 1 Atom Chlor 221,325 wiegt. Berechnet aus dem von Gay-Lussac genommenen ſpecifiſchen Gewicht des Chlorgaſes = 2,4252, wiegt das Chloratom 220. Das Gewicht deſſelben, wenn das des Waſſerſtoffatoms zur Einheit angenommen wird, iſt 35,43.

7. *Jod.* Das Gewicht des Jods iſt durch Gay-Lussac beſtimmt. Derſelbe fand, daſs 100 Thl. Jod ſich mit 26,225 Thl. Zink genau zu neutralem Jodzink vereinigen. Dieſes beſteht nun aus einem Atome

Zink, dessen Gewicht 403,225 ist, und aus 2 Atomen Jod, dessen Gewicht also auf 783,35 zu stehen kommt, oder auf das 125,44 fache des vom Wasserstoffatom.

8. *Fluor.* Wir haben im Lehrbuche das Fluor als einen Salzbilder betrachtet, als solchen müssen wir auch sein Atomengewicht bestimmen. 100 Thl. reines Fluorcalcium gaben in 3 Versuchen 174,9; 175,0 und 175,1 schwefelsauren Kalk. Die Mittelzahl daraus ist 175. Wird danach der Gehalt an Calcium berechnet, so ist das Uebrige Fluor; ob es aber ein oder zwei Atome Fluor sind, ist nicht bekannt, so lange wir nicht wissen, ob die Fluorwasserstoffsäure aus einem Fluor mit *einem* oder *zwei* Atomen Wasserstoff besteht. Man hat Grund, das Fluor in diesem Falle als analog mit Chlor und Jod zu halten; aber als sicher kann man es nicht betrachten. Gips ist $\dot{Ca}\dddot{S}$; berechnet man danach den zuvor angeführten Versuch, so findet man, dass 256,03, das Gewicht von einem Atome Calcium, vereinigt gewesen sind mit 233,795 Fluor. Diess ist nun das Gewicht von *einem* oder *zwei* Atomen. Nehmen wir es für *zwei* an, so wiegt ein Atom Fluor 116,9, also 18,735 so viel, als das eines Wasserstoffatoms.

9. *Kohlenstoff.* Ein Volumen Sauerstoffgas wird zu Kohlensäuregas verwandelt, ohne dass sich sein Volumen ändert. Wenn man das specifische Gewicht der beiden Gase vergleicht, so erhält man folglich die Menge des Kohlenstoffs in der Kohlensäure. Dulong fand das specifische Gewicht des Kohlensäuregases zu 1,524. Wenn die Kohlensäure C + 2O ist, so folgt daraus, dass das Atom Kohlenstoff 76,436 wiegt, oder

12,24 Mal so viel, als das des Wasserstoffs. Ich habe vorher aus der Analyse des kohlensauren Bleioxydes, verglichen mit Biot und Arago's Angabe vom specifischen Gewicht des Kohlensäuregases, nämlich 1,51961, das Atom der Kohle zu 75,33 berechnet. Bei der Analyse von Pflanzensäuren, wo dieser Fehler sich mit der Anzahl der Kohlenstoffatome multiplicirt, sieht man aber am besten, dafs diese Zahl zu klein ist. Die, welche alle Atomengewichte zu Multiplen von dem des Wasserstoffs machen, setzen es noch mehr herunter, nämlich genau zu 75.

10. *Bor*. Das Gewicht des Atoms vom Bor ist auf folgende Art bestimmt: Es wurde Borax (borsaures Natron) analysirt. Von den 3 Bestandtheilen desselben, Borsäure, Natron und Wasser, konnte das Wasser mit der gröfsten Genauigkeit bestimmt werden; es gab von diesem in 3 Versuchen ohne Abweichung 47,1 pr. Ct. vom Gewicht des Salzes. Das Wasser hält 10 Mal so viel Sauerstoff als die Base. Der Versuch gab 16,31 pr. Ct. Natron. Corrigirt nach dem Wassergehalt werden es 16,3753, wonach für die Borsäure 36,5248 übrig bleiben. Nach Humphry Davy's Versuchen, mit denen die meinigen übereinstimmen, enthält die Borsäure 68 pr. Ct. Sauerstoff. Dieses macht das 6fache des vom Natron, wird aber, corrigirt nach dem Sauerstoff des gefundenen Natrongehalts, 68,81 pr. Ct. Es fragt sich nun noch, ob die Säure 6 Atome Sauerstoff enthält? Wir haben gesehen, dafs in allen anderen Säuren, wo man eine Richtschnur zur Beurtheilung hat, höchstens 3 Atome Sauerstoff auf ein Atom des Radikals gehen. Sollte wohl die Borsäure, ohne irgend ein Zwischenglied, sogleich eine gröfsere

Anzahl von Sauerstoffatomen aufnehmen, als irgend ein anderer Körper? In den Verbindungen, die der Fluorbor mit Fluorkalium und andern Fluoruren giebt, enthält der Fluorbor drei Mal so viel Fluor, als das Fluorkalium. Diess spricht für 3 Atome. Aber unter den borsauren Salzen kann man nur bloss ein basisches Kalisalz hervorbringen, worin der Sauerstoff der Säure das Dreifache von dem der Basis ist. In der natürlichen borsauren Talkerde ist der Sauerstoff in der Säure das Vierfache von der in der Base, und in den Salzen mit Ueberschuss an Säure das Zwölffache. In den Salzen, welche vorzugsweise gebildet werden, und welche ganz das Ansehen haben, als seyen sie die neutralen Verbindungen der Säure, wie im Borax, enthält die Säure 6 Mal so viel Sauerstoff als die Base. Bis Weiteres, d. h. bis etwas Richtigeres bewiesen werden kann, nehme ich an, dass die Borsäure 3 Atome Sauerstoff enthält, dass aber ein Atom Borsäure, gleichwie eins der oxydirten Chlorsäure, aus 2 Atomen Bor und 6 Atomen Sauerstoff besteht. Enthält die Borsäure 3 Atome Sauerstoff, so wiegt ein Atom Bor 135,98 und ist 21,7 Mal so schwer, als eins vom Wasserstoff.

11. *Kiesel.* Durch directe Versuche, den Kiesel in Säure zu verwandeln, habe ich gefunden, dass diese Säure 51,23 bis 51,92 pr. Ct. Sauerstoff enthält. Durch Berechnung aus der Analyse des Kieselfluorbaryums fällt der Sauerstoffgehalt in der Kieselsäure zu 51,975 pr. Ct. aus. Die Frage ist nun, zu bestimmen, wie viel Sauerstoffatome diese ausmachen. Die Kieselsäure verbindet sich mit den Basen in solchen Verhältnissen, dass sie 1, 2, 3 oder 6 Mal so viel Sauerstoff enthält,

die Base. Das gewöhnlichste Verhältniss ist *drei*, und die auf dem Erdballe am häufigsten vorkommende von allen Verbindungen, ein Doppelsalz von kieselsaurem Kali und kieselsaurer Thonerde, der Feldspath, ist so zusammengesetzt, dass, wenn der Kiesel gegen Schwefel ausgetauscht wird, Alaun entsteht. Diess giebt allen Grund zur Annahme, dass die Kieselsäure, wie die Schwefelsäure, 3 Atome Sauerstoff enthält. Der Fluorkiesel verbindet sich wohl mit anderen Fluoruren in einem solchen Verhältnisse, dass der erstere nur 2 Mal so viel Fluor enthält, als die letzteren; aber daraus kann man nicht schliessen, dass die Kieselsäure nur 2 Atome Sauerstoff enthält. Denn eine so zusammengesetzte Säure kann sich nicht mit einer Basis, die 3 At. Sauerstoff enthält, in einem solchen Verhältnisse verbinden, dass der Sauerstoff der Base zu dem der Säure wie 1 zu 3 ist, weil das einfachste Verhältniss von Atomen, was hiezu erfordert würde, wäre: 2 Atome Basis und 9 Atome Säure, ein Verhältniss, wovon es ganz an Beispielen fehlt. Wollte man dagegen bloss ein Atom Sauerstoff in der Kieselsäure annehmen, so könnte man nicht die höheren Sauerstoffmultipla mit 6 und 3 in diesen Salzen erwarten. Es ist folglich am wahrscheinlichsten, dass die Kieselsäure, wie die Schwefelsäure, aus $Si + 3O$ besteht, und dass das Atom des Kiesels wiegt 277,8, oder 44,49 so viel, als das des Wasserstoffs.

12. *Selen.* 100 Thl. Selen, die völlig mit Chlor gesättigt werden, gewinnen dabei 179 Thl. im Gewicht an absorbirtem Chlor. Die so erhaltene Masse wird durch Wasser genau in Selensäure und Chlorwasserstoffsäure zerlegt. Hundert Thl. Selensäure enthalten

folglich 40,436 pr. Ct. Sauerstoff. Diese Säure giebt neutrale Salze, in denen die Säure 2 Mal so viel Sauerstoff enthält, als die Basis, und saure Salze, in denen sie 4 Mal so viel Sauerstoff enthält als die Basis. Sie muss folglich 2 Atome Sauerstoff enthalten und die 179 Thl. Chlor, welche von 100 Thl. Selen aufgenommen werden, machen folglich 4 At. Chlor aus gegen 1 At. Selen. Daraus folgt, dass das Atomengewicht des Selens ist 494,59, oder dass es 79,6 so schwer ist, als das des Wasserstoffs.

13. *Arsenik.* Das Atomengewicht des Arseniks ist durch folgenden Versuch bestimmt: 2,203 Grm. arsenige Säure wurden durch Destillation mit Schwefel zersetzt in einem kleinen Apparate, aus dem nur schwefligsaures Gas und kein Schwefeldampf fortgehen konnte; es verlor 1,069 Grm. an fortgegangener schwefliger Säure. Dieses giebt auf 100 Thl. arseniger Säure 24,18 Thl. Sauerstoff; wenn aber diess 3 Atome Sauerstoff sind und die 75,82 pr. Ct. Arsenik 2 Atome, so wiegt ein Atom Arsenik 470,385, oder 75,345 so viel als ein Atom Wasserstoff.

14. *Chrom.* Das Atomengewicht des Chroms ist nach folgendem Versuch berechnet. 100 Thl. wasserfreies salpetersaures Bleioxyd wurden mit neutralem chromsauren Kali gefällt und gaben 98,772 Thl. chromsaures Blei. Darin sind enthalten 67,31 pr. Ct. Bleioxyd und folglich 31,462 Thl. Chromsäure. In dem Oxyde werden 4,8268 pr. Ct. Sauerstoff gefunden, die in der Chromsäure mit 3 multiplicirt sind, = 14,4[illegible] werden diese vom Gewichte der Säure abgezogen, bleibt für das des Chroms 16,9816. Wenn aber 3 Atome Sauerstoff gegen ein Atom Chrom sin

wiegt das Chromatom 551,86, oder 56,25 Mal so viel, als das Wasserstoffatom.

15. *Molybdän.* Die Reihe der Verbindungen des Molybdäns mit Schwefel giebt die Multipla 2, 3 und 4, und die mit Sauerstoff die von 1, 2 und 3, wobei die Multipla 2 und 3 einander correspondiren. Sowohl die Molybdänsäure als der Molybdänschwefel (das Salze bildende Schwefelmolybdän) sättigen eine Quantität Basis, deren Sauerstoff oder Schwefel ⅓ ist von dem in der Säure oder dem Molybdänschwefel. Dieſs giebt also vollen Grund anzunehmen, daſs darin 3 Atome gegen ein Atom Molybdän enthalten sind. 100 Thl. wasserfreies salpetersaures Bleioxyd, gefällt mit neutralem molybdänsauren Ammoniak (d. h. mit solchem, das aus einer an Ammoniak reichen Flüssigkeit angeschossen war) gaben 110,68 Thl. molybdänsaures Bleioxyd. Dieses enthält nun 67,31 Thl. Bleioxyd, dessen Sauerstoff 4,2268 zu 3 Malen in der Molybdänsäure gefunden wird. Die 43,37 Thl. Molybdänsäure, welche das Bleioxyd mit sich gefällt hat, bestehen folglich aus 14,48 Sauerstoff und 28,89 Molybdän. Wenn aber diese Quantität 3 Atome Sauerstoff sind gegen 1 Atom Molybdän, so wiegt das letztere 598,56, oder 95,77 so viel als das des Wasserstoffs.

16. *Wolfram.* Die Verbindungen dieses Metalles mit Schwefel und Sauerstoff geben die Multipla von 2 und 3, und die Sättigungscapacität der Wolframsäure und des Wolframschwefels ist ein Drittel von dem Gehalt dieser Verbindungen an Sauerstoff oder Schwefel. Man kann folglich mit Recht annehmen, daſs die Säure 3 Atome Sauerstoff enthält. Das Atomengewicht ist durch folgenden Versuch bestimmt: 899 Thl. Wolframsäure, in einem gewogenen Apparate mit Wasserstoffgas reducirt, hinterlieſsen 716 Thl. Metall. Von diesen wurden 676 Thl. wieder zu Säure verbrannt, und diese wog 846 Thl. Die Mittelzahl aus diesen beiden Versuchen giebt auf 100 Thl. Wolfram: 25,555 Thl. Sauerstoff. Wenn dieſs drei Atome sind, so wiegt ein Atom Wolfram 1183,2 oder 189,5 Mal so viel als das Wasserstoffatom.

17. *Antimon.* Die Multipla in der Reihe der Sauerstoff- und Schwefelverbindungen dieses Metalles

verhalten sich wie 3 : 4 : 5. Die letztere von diesen besitzt den Charakter einer Säure, und wie wir mit gutem Grund annehmen, daſs 5 Atome Sauerstoff in einer Säure 2 Atome des Radikals voraussetzen, eben so müssen wir es auch hier thun, so daſs die Reihe wird: $2\,Sb + 3\,O$, $Sb + 2\,O$, und $2\,Sb + 5\,O$. Wenn 100 Thl. reines metallisches Antimon mit rauchender reiner Salpetersäure oxydirt werden und man das Product, nach Abdestillation der Säure, gelinde glüht bis es nach dem Erkalten weiſs wird, so wiegt es 124,8 und stellt alsdann die Verbindung $Sb + 2\,O$ dar. Dieses giebt das Atomengewicht des Antimons zu 806,45, oder 129,14 Mal schwerer als das des Wasserstoffs.

18. *Tellur.* Von diesem Metalle kennen wir nur ein Oxyd und eine Schweflungsstufe. Das erstere entsteht, wenn 100 Thl. Tellur mit Salpetersäure oxydirt werden und das Oxyd zur Verjagung der Säure im Destillationsgefäſse abgedunstet wird. Es wiegt alsdann 124,8. Dieses Oxyd verhält sich zu Basen wie eine Säure und sättigt eine Quantität Basis, deren Sauerstoffgehalt die Hälfte von dem des Oxydes ist. Es ist daher glaublich, daſs sie zwei Atome Sauerstoff enthält, wie die antimonige Säure. Das Antimonengewicht desselben wird also auch durchaus das nämliche oder 806,45. Die äuſseren Eigenschaften und das specifische Gewicht des Tellurs gleichen ebenfalls denen des Antimons, und dieſs bestimmt mich, die Atomengewichte derselben als gleich zu betrachten, ungeachtet nach dem zuvor angeführten Versuche von Dulong und Petit es scheinen könnte, als wäre es nur 403,225 und folglich das Telluroxyd: $Te + O$; denn in diesem Falle stimmt das Tellur mit den andern Metallen darin völlig überein, daſs das Produkt aus seiner specifischen Wärme und seinem Atomengewichte gleich wird mit dem des Schwefels. Die specifische Wärme desselben ist 0,0912, welche mit 403,225 multiplicirt = 0,3675 ist.

(Beschluſs im nächsten Heft.)

# II.

## *Ueber die Festigkeit der Körper;*

von

H. F. Link *).

1.

In der Lehre vom Hebel werden durchaus feste Körper vorausgesetzt, oder solche, deren Theile ihre gegenseitige Lage beim Drehen nicht ändern. Von dem Mechanischen in dieser Lehre ist schon oft gehandelt worden. Aber die Sache ist damit nicht vollendet, sondern es bleibt noch die physische Frage übrig: Was hält die Theile der Linie zusammen, dass sie beim Drehen ihre Lage gegen einander nicht ändern, sondern in einer geraden Linie bleiben?

Eine anziehende Kraft, sagt man, eine Kraft, welche die Theile des Körpers einander zu nähern strebt. Beim Biegen sowohl als beim Brechen müssen sich die Theile von einander entfernen, und eine Kraft, welche dieses verhindert, ist hinreichend, um die Erscheinungen hervorzubringen, welche wir beim Drehen bemerken.

Wir wollen zu zeigen suchen, dass eine ziehende Kraft, von welcher Art sie seyn mag, zu diesen Erscheinungen nicht hinreicht. Wenn *a* Fig. 1, Taf. I. nach *d* bewegt wird, so läſst sich wohl das Hinabge-

*) Diese Abhandlung ist der Anfang einer Theorie der physischen und chemischen Erscheinungen, welche der Verfasser schon seit langer Zeit entworfen, aber noch nicht ausgeführt hat.

hen der Punkte in *ac* nach *dc* daraus erklären, aber nicht das Auffteigen der Punkte in *cb* nach *ce*. Die Richtungen der ziehenden Kräfte gehen insgefammt unter *ab* hinab, und es ift kein Grund vorhanden, warum irgend ein Punkt über *ab* hinauffteigen follte. Allerdings hat fich ein Punkt über *cb* erhoben, fo wird er andere mit fich hinaufziehen, aber nichts treibt den erften Punkt jenfeits *c* aufwärts. Diefes gilt, man mag die Materie für gleichförmig halten, oder für beftehend aus urfprünglich feften Theilchen, welche fich nicht biegen oder brechen laffen. In dem Theilchen *gh* Fig. 2 wird der Punkt *h* fteigen, fofern das Theilchen *gh* urfprünglich feft, oder ein Atom ift, aber das nächftfolgende Theilchen *hi* kann durch anziehende Kraft allein nur in eine Lage wie *hi* gebracht werden. So kommen alle Punkte in *cb* nicht über den Punkt *h* hinaus, und es ift kein Drehen der ganzen Linie ohne Biegung möglich. Es ift einerlei, ob man die Theilchen einander berühren läfst, oder ob man fie in einiger Entfernung von einander ftellt, wie die franzöfifchen Phyfiker. Für den letzten Fall ift die Fig. 3 gezeichnet.

Man wird einwenden, die Anziehung in *h* fey fo grofs, dafs keine Trennung erfolgen könne. Aber es ift auch nicht nöthig, dafs diefe erfolge. Das Theilchen *hi* bewegt fich um den Punkt *h*, ohne fich von demfelben zu entfernen, und bleibt immer in der angegebenen Lage, wodurch eine Biegung der Linie gefchieht. Man möchte ferner fagen, hier fey nur von einer Linie die Rede, welche nicht als folche in der Natur vorkomme, indem man immer Körper habe wo viele Theile über einander zugleich gedacht we

den. Dieser Einwurf fällt bei näherer Betrachtung weg. Denn es können nicht alle Theile über einander gleichzeitig ins Drehen kommen, sondern dieses muſs in der obern oder untern Fläche zuerst anfangen, nachdem die drehende Kraft von oben oder von unten wirkt, und so muſs also eine Linie sich früher drehen als die andere. Es kommt also zuletzt auf das Drehen einer Linie an, und die vorigen Schlüsse gelten.

Betrachtet man aufmerksam die Bewegung einer drehenden Linie, so sieht man deutlich, daſs nicht allein ein Bestreben nach Näherung, sondern auch ein Bestreben nach Entfernung in den Theilchen derselben vorhanden seyn müsse. Indem das Theilchen *de* Fig. 3. Taf. I. sich dreht und in die Lage *gh* kommt, strebt das Theilchen *de* nicht allein in Verbindung mit *lm* zu bleiben, sondern sich auch von demselben zu entfernen. Der Punkt *d* bleibt in Verbindung mit *m*, der Punkt *e* hingegen folgt seinem Bestreben, sich zu entfernen und wird aufwärts getrieben. Eben so strebt auch *de* sowohl bei *fi* zu bleiben, als davon sich zu entfernen, und *f* bleibt mit *e* verbunden, *i* hingegen macht einen groſsen Weg, damit *hi* in gleiche Richtung mit *gh* gelange. Dieses gilt, die Theile mögen von einander entfernt seyn, wie Fig. 3, oder einander berühren, wie Fig. 2. Um die Erscheinungen des Drehens zu erklären, müssen wir also eine zurückstoſsende Kraft zu Hülfe nehmen. Durch beide, die anziehende und zurückstoſsende, wird also das Drehen bewirkt, nicht durch eine derselben; denn daſs Zurückstoſsung für sich kein Drehen bewirken könne, fällt in die Augen.

Wir wollen die Natur dieser Kräfte näher unter-

fuchen. Indem das Theilchen *de* Fig. 3 gedreht wird, mufs eine zurückftofsende Kraft in *m* am ftärkften auf den entfernteften Punkt *e* wirken, weil diefer den gröfsten Weg beim Drehen macht. Es kann aber auch *de* in einer entgegengefetzten Richtung gedreht werden, woraus folgt, dafs der Punkt *f* ebenfalls den Punkt *d* am ftärkften abftofse. Umgekehrt mufs der Punkt *m* den Punkt *d* am ftärkften anziehen, weil diefer fich am wenigften von *m* entfernt. Hier ift alfo die gröfste Aehnlichkeit mit den Naturerfcheinungen, welche man polarifche zu nennen pflegt. Es übt der Punkt *m* die ftärkfte Anziehung auf *d*, die ftärkfte Zurückftofsung auf *e* aus, und es liegen die Punkte der ftärkften Anziehung und Zurückftofsung einander gegenüber an den Endpunkten einer geraden Linie, wie in allen polarifchen Erfcheinungen. Wir haben den zurückftofsenden Punkt auf *e* nach *m*, alfo in ein anderes Theilchen und nicht nach *d* verfetzt, nicht allein, weil die Wirkungen von beiden Punkten fich aufheben würden, wenn fie gleichartig wären, fondern auch, weil wir den anziehenden Punkt auf *d* in ein anderes Theilchen verlegen müffen. Daraus folgt nun ein Gefetz, welches für alle polarifchen Erfcheinungen in der Natur gilt: Gleichliegende Punkte ftofsen fich ab, ungleichliegende ziehen fich an.

Wir haben hier alfo einen natürlichen und urfprünglichen Magnetismus der Feftigkeit, ohne welchen diefe nicht möglich ift. Die Erfcheinungen, welche wir an magnetifchen Stangen bemerken, geben uns ein Beifpiel von Feftigkeit, indem fie fich beftändig in eine gerade Linie drehen, und diefe bei allen Bewegungen zu erhalten fuchen. Was die Natur-

philosophie nur ahnete, aber nur ahnete, glauben wir erwiesen zu haben.

Daſs die anziehende Kraft der Festigkeit nicht dieselbe anziehende Kraft sey, welche wir in den Erscheinungen der Schwere bemerken, fällt in die Augen. Jene hat eine zurückstoſsende Kraft zum Gegensatz, mit welcher sie steigt und fällt, diese nicht. Wenn die Frage ist, ob auſser der anziehenden Kraft der Festigkeit auch die anziehende Kraft der Schwere in dem festen Körper herrsche, so muſs diese bejahet werden. Denn sehr viele Erscheinungen haben gezeigt, daſs die Schwere eine Kraft sey, welch nach allen Richtungen, nicht nach einer, wirke. Da die Theile der festen Körper schwer sind, so sieht man keinen Grund, warum sie auch nicht vermöge dieser Kraft auf einander wirken sollten. Aber durch diese Kraft allein vermag man die Erscheinungen des Zusammenhangs nicht zu erklären, wie wir oben gesehen haben, und wir treffen hier auf eine andere anziehende polarische Kraft, wodurch die auffallende Stärke des Zusammenhangs allein erklärlich wird.

Ist es aber möglich, oder nützlich, oder sogar nothwendig, diese polarischen Kräfte auf die allgemeine anziehende Kraft zurückzuführen? Wir wollen die Möglichkeit nicht läugnen. Man kann Gestalt und Bewegung der kleinsten Theile nach Belieben ersinnen, und durch eine Reihe von Erdichtungen möchte man wohl auf Erklärungen kommen. Nützlich ist es aber keineswegcs, denn solche Erdichtungen wenden von der wahren Forschung ab. Nothwendig auch nicht, wenn man gleich die Sparsamkeit der Natur vorschützt — die doch in der Erzeugung

einer Menge von urſprünglichen Geſtalten der Atome und Bewegung nicht eben ſparſam wäre — denn die lebendigen Kräfte laſſen ſich nicht auf die anziehende Kraft zurückführen, und hier ſtehen wir beim Uebergang von der bloſs mechaniſchen Kraft zur lebendigen. Die Natur liebt Uebergänge.

2.

In dem Vorigen wurden die Körper als feſt betrachtet, nämlich ſo, daſs bei den Bewegungen derſelben ihre Theile die Lage gegen einander nicht ändern. Wir betrachten ſie jetzt in dem Zuſtande der Biegſamkeit, wo eine ſolche Veränderung in der Lage der Theilchen vorgeht.

Ein Körper, indem er ſich biegt, ſtellt keine feſte Linie, wie *ab* Fig. 1, dar, wenn man ihn in *c* unterſtützt, ſondern die beiden Theile deſſelben *ac* und *cb* machen einen gröſsern oder kleinern Winkel mit einander. Da indeſſen in der Natur der Scheitel dieſes Winkels *c* keinen Punkt darſtellt, ſo kann man das Biegen auch ſo vorſtellen, als ob ein Theilchen *de* Fig. 4 aus ſeiner Stelle in *ab* entfernt werde, und die Theile *gh*, *fi* nach *gd* und *ie* mit ſich führe.

Nehmen wir zuerſt auf die anziehende Kraft Rückſicht, ſo erhellt Folgendes: Weil das Theilchen Fig. 4 Taf. I. in ſeiner urſprünglichen Lage zwiſch *h* und *f* nach dieſen beiden Punkten gleich ſtark ge zogen wird, ſo muſs es ſich durch die geringſte bew gende Kraft verſchieben und in eine Lage wie bringen laſſen. Denn zwei gleiche und entgegen ſetzte Kräfte heben ſich auf, und das Theilchen w ſteht nicht durch ſeinen Zuſammenhang mit de

liegenden Theilchen, sondern allein durch seine Masse. Wir setzen nämlich voraus, dass die anziehende Kraft sich nicht bedeutend in die Ferne erstrecke, folglich der Unterschied der Grössen von *ah* und *fb* ohne Bedeutung sey, welches man beim Zusammenhange wohl annehmen kann. Soll nun das Theilchen *de* in seiner Lage erhalten werden, so muss die bewegende Kraft stärker seyn, als die Anziehungen nach *dg* und *ei*, welche nun nicht mehr einander gerade entgegengesetzt sind, also einander nicht mehr aufheben. Hier sind zwei Fälle möglich. Entweder die Masse der Theilchen *gh*, *fi* ist zu gross, als dass sie folgen könnten, und es entsteht ein Riss zwischen *h* und *f*. Oder die Masse der Theilchen ist gering genug, und sie folgen dem Theilchen *de*, ohne sich von ihm zu trennen. Dann ist die Linie *ab* biegsam. Es müssen demnach die Körper in dünnen Blättchen oder Fäden biegsam seyn. Die Erfahrung stimmt damit völlig überein. Jeder Körper in dünnen Fäden oder Blättchen ist biegsam. Glasfäden und Steinplatten zeigen Biegsamkeit, so wenig auch Glas oder Stein von einiger Dicke diese Eigenschaften erwarten lässt.

Aber dieses erklärt die Erscheinung noch nicht. Ein Glasfaden, so dünn er auch seyn mag, lässt sich doch zerbrechen, wenn man ihn an beiden Enden fasst und kurz nimmt, aber ein ziemlich dicker Zwirnsfaden oder Bindfaden lässt sich nicht zerbrechen, man mag ihn halten wie man will. Die Biegsamkeit der Körper hängt also keinesweges von der Masse oder Dichtigkeit derselben allein ab, wie doch seyn müsste, wenn Anziehung allein die Ursache wäre. Da wir also durch anziehende Kraft allein diese

Begebenheit nicht erklären können, so müssen wir auf die zurückstoſsende Kraft Rücksicht nehmen, deren Gegenwart in den festen Körpern wir eben dargethan haben.

Indem die Linie *ab* Fig. 4 gebogen und *de* aus *ab* entfernt wird, müssen sich die Theilchen *gh* und *fi* um ihre Endpunkte *g* und *i* drehen, wenn sie mit *de* in Verbindung bleiben sollen, damit kein Riſs hervorgebracht werde. Diesem Drehen der Theilchen steht aber die polare zurückstoſsende Kraft entgegen, welche die Theilchen in ihrer Richtung zu erhalten strebt. Folglich ist beim Biegen nicht allein die anziehende, sondern auch die zurückstoſsende Kraft zu überwinden. Wir müssen also annehmen, daſs in den weniger biegsamen oder unbiegsamen Körpern, dergleichen die Glasfäden sind, der gröſsere Widerstand der Biegung von einer gröſsern zurückstoſsenden Kraft herrühre, dagegen in den biegsamen Körpern, wie in den Zwirnsfäden, diese zurückstoſsende Kraft nur sehr gering seyn kann.

Hiemit stimmt die Erfahrung wiederum ganz überein. Von einer polaren Kraft läſst sich voraussetzen daſs ihre zurückstoſsende Kraft mit der anziehenden in einem geraden Verhältnisse, wenn auch nicht de einfachen Potenzen, stehe. Nun lehrt aber die Erfah rung, daſs unbiegsame Körper gewöhnlich hart sin Glas und Steine liefern uns Beispiele, ja der St wird immer weniger biegsam, je mehr man ihn tet, und der härteste aller Körper, der Diamant zugleich völlig unbiegsam. Aber auch von einer dern Seite bestätigt die Erfahrung das Gesagte. Glasfaden läſst sich sehr wohl biegen, wenn ma

auf ihn wirkt, daſs er ſich um ſeine beiden Endpunkte *a* und *b* Fig. 4 dreht, denn hier kommen die Theilchen wenig aus ihren Richtungen gegen einander; der Winkel *hgd* iſt gröſser als *had*. Befeſtigt man aber Punkte wie *m* und *n*, und wirkt auf *de*, ſo zerbricht der Glasfaden ſehr leicht. Denn nun müſſen ſich die Theilchen *gh* und *fi* auf beiden Seiten um *m* und *n* ſo drehen, daſs ſie einen groſsen Winkel mit *m* und *n* oder dem gleichbedeutenden *g* und *i* machen, wenn eine Biegung entſtehen ſoll, und es wird leichter ein Riſs entſtehen, als eine Drehung auf beiden Seiten. Bedenken wir, daſs die einzelnen Theilchen der Körper nur ſehr klein ſind, alſo viele Theilchen gedreht werden, indem nur zwei von einander reiſsen, ſo werden wir leicht einſehen, warum ſolche Körper bei einer nicht geringen Härte gar leicht zerbrechen.

Die zurückſtoſsende Kraft von *m* auf *h*, und die daneben liegenden Punkte von *gh*, nimmt immer ab, je gröſser der Winkel wird, den *gh* mit *am* macht, und hört auf, wenn der Winkel ein rechter iſt. Die Wirkung geſchieht nämlich immer mehr in einer ſchiefen Richtung. Soll daher eine Biegung geſchehen, ſo muſs die Wirkung im erſten Augenblicke ſtark ſeyn, oder es muſs ein raſcher Stoſs angewendet werden. Geſchieht dieſes nicht, ſo erfolgt entweder gar keine Biegung, oder eine von anderer Art, ſo nämlich, daſs ſich die Linie um *a* und *b* dreht. Auch die biegſamſten Körper ſind nicht vollkommen biegſam. Stöſst man raſch auf einen ausgeſtreckten Faden, ſo erhält er nur in der Mitte eine Biegung, geſchieht

es aber langsam, so dreht er sich um seine beiden Enden.

Hieraus lassen sich viele Erscheinungen erklären, welche selbst von ausgezeichneten Physikern missverstanden sind. Man legt auf ein Glas eine Scheibe oder ein Kartenblatt und darauf ein Stück Geld; man schlägt die Scheibe geschwind vom Glase weg, so fällt das Stück Geld in das Glas. Die meisten Physiker nehmen an, die Scheibe werde eher weggeschlagen, als sich die Bewegung dem Glase mittheilen könne. Aber wenn man die Scheibe langsam fortbewegt, dass auf ihr das Geld liegen bleibt, so ist es doch nur die Reibung, welche das Geld fortführt. Warum theilt sich die Bewegung beim raschen Schlage nicht mit, wie beim langsamen, da doch in beiden Fällen die Theilchen vermöge der Reibung in einander greifen? die wahre Erklärung liegt in dem Obigen: die hervorstehenden Spitzen werden beim raschen Schlage gebogen und die Körper gleiten übereinander weg. Eben so muss man die Erscheinung erklären, dass Sand u. dgl. auf einen Teller gelegt, sich gegen die Seite hinbewegt, wo man an den Teller klopft. Nach der gewöhnlichen Erklärung bleibt Sand u. dgl. ruhen und der Teller wird nur von der Stelle gerückt; als ob es der Bewegung mehr Mühe mache, um die Ecke zum Sande zu kommen, als gerade aus an das andere Ende des Tellers. Hängt man eine dünne Stange an einem Faden auf und stellt unten neben der Stange ein Fläschchen, welches leicht umfällt, so wird beim raschen Schlage gegen den obern Theil der Stange das Fläschchen umgeworfen, wenn es an der Seite steht, woher der Schlag kommt, beim langsamen, wenn es

auf der andern Seite sich befindet. So viel ist klar, im ersten Falle dreht sich das untere Ende der Stange, im zweiten nicht. Nach der gewöhnlichen Erklärung, wie sie Gehler in seinem Wörterbuche der Physik giebt, soll im ersten Falle bei der grössern Geschwindigkeit die Bewegung sich nicht durch die Stange verbreiten, den Schwerpunkt in Ruhe lassen, und dadurch ein Drehen hervorgebracht werden, im zweiten nicht. Als ob beim Drehen nicht auch die Bewegung an das andere Ende der Stange kommen müsste! Der wahre Grund ist folgender: Beim raschen, mithin starken, Schlage wird der Faden gebogen; er giebt nach und verstattet dem obern Ende der Stange sich seitwärts zu bewegen, wodurch ein Drehen der Stange hervorgebracht wird, beim langsamen Schlage bleibt der Faden gespannt, und die ganze Stange bewegt sich um den Aufhängepunkt, also in der Richtung des Schlages ohne Drehen um den Mittelpunkt. Man lege die Stange auf eine Glas- oder Marmortafel, wo wenig Reibung ist, und stelle an das eine Ende derselben eine Kugel, so mag man schnell oder langsam an das andere Ende der Stange schlagen, immer wird ein Drehen erfolgen, und die Kugel diesem gemäss bewegt werden. Hieher gehört endlich der Versuch, welchen einst Winkler als einen Beweis der Gegenwirkung anführte: Wenn man eine schwere Kugel, welche auf einem Tische ruht, durch einen Zwirnsfaden fortziehen will, so muss dieses langsam geschehen, sonst zerreisst der Faden. Die Erklärung ist nach dem Obigen nicht schwer: Der Faden muss straff gezogen werden, ehe derselbe zerreisst. Beim

raschen, starken Zuge werden die querliegenden Fäden, welche die Verbindung der Längsfäden machen, gebogen, die Längsfäden können nun gedehnt und zerrissen werden. Beim langsamen Zuge hingegen wird die Verbindung der Fäden an einander nicht aufgehoben, sie bleiben durch dieselbe befestigt, und vermögen die Kugel fortzuziehen.

Wir müssen folglich die Biegung, wobei der Körper sich um seine Endpunkte dreht, und also gespannt bleibt, gar wohl unterscheiden von der Biegung, wobei die beiden Enden des Körpers nicht aus der Stelle gebracht werden. Mit der ersten kann ein bedeutender Grad von Sprödigkeit vorhanden seyn (obwohl dieses nicht nothwendig ist), mit der letzten ist niemals Sprödigkeit verbunden. Ein Glasfaden kann nur die Biegsamkeit der ersten Art haben, ein Zwirnsfaden hingegen ist dieser zweifachen Biegsamkeit fähig.

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

# III.

## *Ein merkwürdiger Blitzſchlag;*

von

Hrn. Hofrath G. W. Muncke zu Heidelberg.

Das gegenwärtige Jahr zeichnet ſich ſehr dadurch aus, daſs vor dem Eintritte der ſtärkſten, oder nur einer ungewöhnlichen, Hitze, nach einem im Ganzen kalten und unfreundlichen Frühlinge, an mehreren Orten, namentlich im mittleren Deutſchland, faſt beiſpiellos ſtarke Gewitter die gröſsten Verheerungen anrichteten, auf welche dann, ganz gegen die gewöhnliche Regel, eine anhaltende Wärme folgte. Eins dieſer Gewitter traf am 12. Mai das Gorxheimer Thal am Ausgange des Odenwaldes nach der Bergſtraſse hin, und die begleitende Waſſerfluth ſchwellte einen kleinen Waldbach zu einer unglaublichen Höhe an, wie in öffentlichen Blättern im Allgemeinen berichtet iſt. Zugleich ſpaltete ein mächtiger Blitzſtrahl einen mitten zwiſchen Kiefern und kleinem Gebüſche ſtehenden ſtarken Eichbaum mit einer ſolchen mechaniſchen Gewalt, daſs mir dieſes Beiſpiel das ſtärkſte ſcheint, was bisher beobachtet iſt, und deswegen glaube ich mit der Bekanntmachung deſſelben den Phyſikern einen Gefallen zu erzeigen, denn die hierbei geäuſserte Kraft des Wetterſtrahles übertrifft ſicher noch den aus England bekannt gemachten Fall, welcher in Gehler's Wörterbuche N. A. Th. I. p. 1030 erzählt iſt. Die Nachricht von dieſem Blitzſchlage [illegible]lt ich

durch den Herrn Dr. Batt in Weinheim, welcher auf alle auffallende Naturerscheinungen sehr aufmerksam ist, und mich daher nebst dem Herrn Geh. Rath v. Leonhard, dem Dr. Zimmermann aus Clausthal und einigen wissenschaftlichen Freunden bei einer Excursion nicht lange nach dem Ereignisse zu dem zerstörten Baume führte, wo wir die Spuren des merkwürdigen Blitzstrahles noch vollkommen deutlich sehen konnten. Ermüdet von einer längeren Wanderung, beschränkt durch die Kürze der Zeit und ohne Messwerkzeuge, konnte ich die verschiedenen Dimensionen nicht scharf aufnehmen, allein ein gutes Augenmaſs wird dieses zum Theil ersetzen, und ich kann daher die folgenden Angaben mindestens für nahe genau ausgeben.

Der getroffene Eichbaum stand an der Seite einer, um etwa 15 bis 20 Grade gegen den Horizont geneigten grünenden Bergebene zwischen schlanken Kiefern, welche meistens 4 bis 5 Z. par. im Durchmesser hatten, im Ganzen zwischen 3 bis 8 Z. im Durchmesser wechselten, ziemlich schlank gewachsen waren, und zwischen 20 bis 30 F. Höhe haben mochten. Er selbst hatte über den Wurzeln mehr als 3 par. F. im Durchmesser, schien völlig gesund gewesen zu seyn, bis auf eine kurze Strecke über den Wurzeln, wo sich im abgeschlagenen Stamme eine schwarze Stelle als Folge einer anfangenden Zerstörung durch Vermodern zeigte, an den zerschlagenen Stücken habe ich indeſs nirgend eine Spur einer Aushöhlung finden können. Die Höhe des Stammes lieſs sich nicht bestimmen, mag aber nach einigen Anzeigen etwa 15 bis 20 F. betragen haben. Oben hatte derselbe ei-

Krone aus 3 ziemlich ein gleichseitiges Dreieck bildenden Aesten gehabt, deren Durchmesser am Stamme gegen 1,5 bis fast 2 F. betrugen. Der merkwürdige Blitzstrahl hatte, mitten zwischen diese drei Aeste einfahrend, bloss den Stamm getroffen, und als erste Probe seiner ungeheuern Gewalt die unversehrten Zweige so rein und absolut vom zerstörten Stamme getrennt, dass sie, der Schwere folgend, herabgefallen waren, und mit Beibehaltung ihrer ursprünglichen Richtung und ihres Abstandes von einander unten auf dem Stumpfe des zerstörten Stammes lagen. Letzteres gehört wohl ohne Zweifel unter die merkwürdigsten Erscheinungen, welche von dieser Art überall beobachtet sind. Alle drei Zweige waren nicht abgerissen oder abgespaltet, sondern mit Erhaltung der umgebenden Rinde so getrennt, als wären sie durch ein sehr stumpfes Beil mit einem einzigen Hiebe abgetrennt. Die Trennungsflächen waren nicht eben, aber auch keinesweges so faserig, als man vermuthen sollte, sondern die Reste der zerrissenen Holzfasern hatten im Ganzen eine Länge von etwa 0,5 Z., die längsten von höchstens 2 Zoll.

So gering übrigens die Zerstörung dieser Zweige war, so furchtbar zeigte sie sich dagegen beim Stamme, denn man darf sagen, dass dieser eigentlich verschwunden war. Zuerst hatte der Blitz den ganzen Stamm seiner Rinde so gänzlich beraubt, dass ich nirgend nur ein einziges Stück mit derselben bekleidet finden konnte. Sie war in sehr kleine Stücke zerrissen und weit umhergeschleudert, und mag wol weise bis zum Tage unserer Besichtigung weg seyn, doch vermuthe ich dies

ren Stücke Holz noch ganz so lagen, wie der Herr Dr. Batt sie gleich nach der Zerstörung gefunden hatte, und dort der Holzmangel nicht so groſs ist, daſs man die Stücke der grünen Rinde aufzulesen versucht seyn sollte. Indeſs bemerke ich, daſs wir bei weitem nicht den zehnten Theil der Rindenmasse zerstreut fanden, welche den Baum bekleidet hatte, und die gröſsten Stücke hielten nicht mehr als höchstens 2 Fuſs Länge und etwa 4 Zoll Breite.

Diesem ähnlich war die Zerstörung, welche der Stamm selbst erlitten hatte. Im Allgemeinen war er durch den Blitz in eine Menge Stücke von ungleicher Gröſse zerspalten, und diese lagen nach allen Seiten umher zerstreut. Das gröſste dieser Stücke war etwa 7 F. lang, an der breitesten Stelle 15 Z. breit und 4 Z. dick. Kleinere fanden sich in Menge, bis zu den kleinsten herab, und zahllose Splittern von 1 F. Länge und etwa 1 bis 4 Quadratzoll Querschnitt. Das genannte gröſste Stück war von der äuſsern Seite des Baumes; ein anderes, mehr aus der Mitte gespalten, etwa 5 F. lang, 12 bis 14 Z. breit und an der dicksten Stelle gegen 5 Z. dick, zeichnete sich durch viele, vielleicht an hundert Fasern aus, welche wie Seile von 1 bis 2 Linien Querschnitt durch den Blitz gleichsam herausgedreht oder wie mit einem Hohlmeisel in der Länge von etlichen Fuſsen bis auf wenige Zolle aus der Masse gleichsam herausgestochen, an kleinen Fasern oder mit den Enden festhingen. Der Anblick derselben war uns in der That sehr überraschend. Der Rest des Stammes über den Wurzeln bestand noch aus einzelnen Splittern, welche von etlichen Zollen bis etwa 2,5 F. Höhe, geringer Breite und Dicke, von

äuſsern Theile des Baumes noch in die Höhe ſtanden, und eine Art Umzäunung bildeten, innerhalb welcher die Enden der abgeſchlagenen Zweige ſich herabgeſenkt hatten. Nirgend aber zeigte ſich die mindeſte Spur von Zündung oder Verkohlung, auch konnte ich in der Umgebung des Stammreſtes keine Zeichen einer Zerſtörung, eines Eindringens des Blizzes in die Erde, eines Aufwerfens des Erdreichs oder einer Trennung deſſelben von den Wurzeln wahrnehmen, ſoweit eine oberflächliche kurze Unterſuchung hierüber ein Urtheil geſtattet, obgleich die anſſtehenden Stammreſte gleichfalls bis auf den Boden von der Rinde entblöſst waren. Der Blitzſtrahl ſcheint alſo an der Oberfläche des Bodens ſich über denſelben ausgebreitet zu haben.

Zu dem Merkwürdigſten bei dieſer ganzen Erſcheinung gehört die unglaubliche und im Einzelnen unbegreifliche Zerſtreuung der zerſchlagenen Stücke. Im Allgemeinen waren ſie mit einer ganz auſserordentlichen Gewalt auseinander geſchleudert, und muſsten demnach die umſtehenden Kiefern treffen, deren einige geradezu abgeſchlagen, zwei auch durch die herabſinkenden ſchweren Aeſte niedergedrückt waren. Einige Stücke fanden wir indeſs ſo weit hingeworfen und hinter einer ſolchen Menge von Bäumen liegen, daſs man vermöge der Stellung der letzteren nicht begreifen konnte, wie ſie dahin gelangt ſind. Insbeſondere war dieſes bei einem Stücke der Fall, welches 4 bis 5 F. lang, 9 bis 12 Z. breit und faſt 4 Z. dick, gerade bergaufwärts 56 meiner Schritte, alſo nahe 80 bis 90 F., entfernt lag, und nach der Richtung ſeiner Bahn, dieſe als gerade angenommen, mindeſtens 5 bi

4 Bäume berührt haben mußte, an denen übrigens keine Spur von Beschädigung zu bemerken war. Daß es ursprünglich dorthin geflogen, und nicht etwa nachher getragen sey, bezeugte der Hr. Dr. Batt, welcher es gleich anfangs dort gefunden hatte, und außerdem entschieden Wahrscheinlichkeitsgründe sehr bestimmt gegen ein solches Verschleppen. An ein Hinfliegen durch die Luft über die Spitzen der Bäume weg möchte ich unter den obwaltenden Umständen nicht denken, und kann mir die Sache daher nicht anders erklären, als wenn ich annehme, daß das Stück im Fliegen an die Bäume gestoßen habe, aber dem Hindernisse etwa durch Drehung ausgewichen sey, welches um so leichter anging, wenn man voraussetzt, daß es sich in lothrechter Richtung seiner Längenfibern horizontal oder etwas aufwärts bewegte. Leichter, obwohl keineswegs leicht erklärlich, ist die Bewegung eines zweiten, noch etwas größeren Stükkes, welches zwischen weit mehr Bäumen durch bis auf 75 meiner Schritte weit bergabwärts geworfen war. Der Wald erstreckte sich von dort an noch bis etwa 30 Schritte, und gränzte daselbst an eine Wiese, auf welcher in weitester Entfernung von etwa 200 Schritten das äußerste Stück lag; indeß hielt ich es nicht für der Mühe werth, auch dieses aufzusuchen, da sich ohnehin das Herabrollen auf dem freien Raume leicht erklären ließ, wenn die Stücke erst den Weg durch die Bäume gefunden hatten. Ein Bruchstück von ziemlicher Größe war in einer Entfernung von etwa 12 Schritten in den Zweigen eines Baumes hängen geblieben, alle aber lagen so, daß sie nach Gründen der Wahrscheinlichkeit auf ihre Lagerstätte durch

Wurfbewegung geschleudert seyn mußten; nur eine war in den einen Zweig des zerschlagenen Eichbaums wie eine Bank in etwa 5 Fuſs Höhe gelegt, und verdankte diesen Platz ohne Zweifel den Händen der Menschen.

Es ergiebt sich aus der mitgetheilten Erzählung, daſs wir viele, und ich darf wohl sagen sehr viele Bruchstücke des zerschlagenen Baumes auffanden, allein im Allgemeinen fand auch hiebei das Nämliche Statt, als bei der Quantität der aufgefundenen Rinde, das heiſst, wir haben sicher nicht den fünften, vielleicht nicht einmal den zehnten Theil der ganzen Masse aufgefunden, woraus der Baum bestanden haben muſs; denn wenn man bedenkt, was für eine Menge Holz ein Baum von 3 Fuſs Durchmesser und ich will annehmen nur 15 Fuſs Höhe giebt, so war die Summe der von uns gesehenen Stücke hiergegen nur eine Kleinigkeit, und konnte von einem einzigen Pferde füglich fortgezogen werden, anstatt daſs die drei Zweige sicher mehr als ein starkes Fuder für vier Pferde gegeben haben würden. Angenommen der Baum sey ganz hohl gewesen, wovon aber an keinem einzigen der Stücke die mindeste Spur bemerkbar war, eben so wenig als von einem stattgefundenen Brande, so reichte die beobachtete Masse auch dann nicht hin, um einen hohlen Cylinder von der Art zu bilden, als der Baum gewesen seyn muſste. Auſserdem waren die Zweige insgesammt so gesund und kernfest, und zeugten in ihrem ganzen Aeuſseren so unverkennbar von der Gesundheit des Baumes, welcher sie getragen hatte, und die gefundenen Stücke waren so kräftiges und frisch vegetirendes Holz, daſs ich meinerseits nach al-

len diesen Kennzeichen den Baum nicht für einen halb vermoderten und stark ausgehöhlten halten kann. Obgleich daher dieser Fall zunächst nur wegen der ungeheuern mechanischen Gewalt Beachtung verdient, welche erfordert wurde, ich will nur sagen die drei Zweige der Krone in einem Nu so rein abzuschlagen, so kann man sich doch zugleich der Frage nicht erwehren, wo der Rest des Holzes und der Borke geblieben seyn mag. Niemand ist ein größerer Feind voreiliger Conjecturen und unbegründeter Hypothesen, als ich, auch liegt es sehr nahe anzunehmen, daſs beides früher weggetragen, oder wohl eigentlicher weggefahren seyn könnte, als selbst der Dr. Batt die Stelle zuerst besuchte, welcher übrigens bei unserm Besuche nach 14 Tagen noch alles, bis auf die erwähnte Bank, unverändert fand, weil der Baum im Dickicht des Waldes stand, wohin nicht gefahren werden konnte; allein jedes Wegnehmen der Stücke war durch nichts angezeigt, und bleibt immer höchst unwahrscheinlich. Meine aufgeworfene Frage liegt daher nicht so ganz entfernt, zumal da wir die Wirkung des Blitzes lange noch nicht hinlänglich kennen. Inzwischen würde auf mich dieser Umstand vielleicht keinen so auffallenden Eindruck gemacht haben, wenn mir nicht ein glaubhafter Mann, der Mechanikus Schubarth in Marburg, erzählt hätte, daſs einst auf dem Schlosse daselbst ein Sparren durch den Blitzstrahl ohne Zündung gänzlich zerstört und völlig verschwunden sey. Dieses seltsame Factum habe ich allezeit für Täuschung gehalten, und stets aus meinem Gedächtnisse zu vertilgen gesucht, um so lebendiger ist es aber bei mir wieder zum Vorschein gekommen, seitdem ich die beschriebene Zerstörung des Baumes gesehen habe, und mich in großer Verlegenheit befinde, das Verschwinden des grösten Theiles desselben zu erklären. Sollte der Blitz wirklich di[e] Kraft haben, solche Substanzen gänzlich zu zersetz[en] und auf diese Art verschwinden zu machen? — Do[ch] wir wollen uns vor der Hand an die sicheren Th[at]sachen halten, das Ungewisse dagegen durch Beac[h]tung ähnlicher Fälle mit größerer Sicherheit zu b[e]gründen suchen.

*Muncke.*

# IV.

## *Neue Beiträge zur Kenntniſs der Feuermeteore und der herabgefallenen Maſſen;*

von

E. F. F. Chladni.

Sechste Lieferung.

(Die erſte Lieferung findet ſich in B. 68. S. 329, die zweite B. 71. S. 339, die dritte B. 75. S. 229, die vierte B. 78. S. 51 und die fünfte B. 82. S. 21 und B. 82. S. 181.)

---

### I. Nachträge zu den Verzeichniſſen herabgefallener Stein- und Eiſenmaſſen.

Im Jahre 481 ward in *Afrika* (ohne nähere Beſtimmung der Gegend) der Himmel mit dunkeln Wolken (wahrſcheinlich Rauch- und Dampfwolken eines Meteors) bedeckt, und es fielen feurige Steine, welche an der Erde Spuren des Brandes zurückließsen, nach den *Anales y memorias cronologicas por el Doctor Don Martin Carrillo, Abbad de Montaragon, (Saragoſſa, 1620) S. 112.*

? 1642, ungefähr um die Mitte des Decembers, mag wohl bei *Ofen* Eiſen herabgefallen ſeyn, nach einem ſehr confuſen Bericht in *Theatr. Europ. t. IV. p. 299* und in den *Breſslauer Sammlungen*, 19. Verſuch, S. 379, nach welchem es am 12. December ſoll geſchehen ſeyn. Etliche Tage zuvor (wahrſcheinlich kurz zuvor, wenn es nicht zwei ganz verſchiedene Ereigniſſe geweſen ſind) ſind zwiſchen Gran und Ofen des Mittags 5 Feuerkugeln zerſprungen (die wohl Stücke einer früher zerſprungenen gröſseren Maſſe mögen ge-

wesen seyn), mit krachendem Getöse, wie Karthaunen, worauf man drei Stunden lang (welches wohl nur einige Minuten lang wird gewesen seyn) vielen Lärmen, wie mit Trompeten und Tremmeln gehört hat (womit mehrmals das auf die Explosionen folgende Getöse ist verglichen worden). Am folgenden Tage (welches wohl sogleich nach der Erscheinung des Meteors wird gewesen seyn) habe es in Ofen soviel Blei und Zinn (! wahrscheinlich weiches Eisen, das man dafür gehalten haben mag) geregnet, dass es die Türken in Schüsseln gesammelt, und ihrem Bassa zum Besehen vorgetragen haben. (In meinem Buche habe ich es zwar S. 100 unter den Feuermeteoren erwähnt, aber im 4ten Abschnitte, wo von Niederfällen die Rede ist, ich weiss nicht, durch welches Versehen, es zu erwähnen unterlassen, muss es also hier nachholen.)

1704, am Weihnachtstage, also den 25. December, um 5 Uhr ereignete sich in der Gegend von *Barcelona* ein Meteorsteinfall, der in den *Anales de Cataluña por Don Narciso Feliu de la Peña y Farell* (Barcelona 1709) libr. XXII. cap. 14 gut beschrieben ist. Die Feuerkugel ward in ganz Catalonien gesehen; sie erschien wie eine Bombe, anfangs äusserlich dunkel, ward immer heller, und übertraf endlich an Glanze das Sonnenlicht; sie entzündete sich (vermuthlich von Barcelona aus gesehen) zwischen O und S, bewegte sich nach W, und endete zwischen N und W, fiel auf die Erde, liess einen breiten Streifen von Rauch nach, wie eine Wolke, die sich nach und nach zerstreute, und machte schreckliches, lange anhaltendes Getöse wie Kanonen- und Musketenfeuer; an einigen Stellen fielen grosse Steine nieder, die auswendig

schwarz, inwendig grau waren. (Da in dem Berichte nichts von metallischen Theilen im Innern gesagt ist, so läſst sich mit Wahrscheinlichkeit vermuthen, daſs die Steine denen von Stannern, Jonzac, Juvenas, u. s. w. mögen ähnlich gewesen seyn, welche kein Gediegeneisen und kein Nickel enthalten.)

Im *Monthly magazine* Vol. 57, vom 1. Jul. 1824, p. 553 wird gemeldet, im letztern Calcutta Journal rede M. R. Tytler von zwei Steinen, die neuerlich bei Futtypoore gefallen sind; einer war ein Stück eines gröſseren, und sie sind unregelmäſsig gestaltet gewesen. In dem angeführten Blatte wird es aus gänzlicher Unkunde einem Vulkan zugeschrieben, welches aber berichtigt, und mit Recht für absurd erklärt wird. (Dieser Meteorsteinfall ist wahrscheinlich derselbe, welcher sich nach *Tilloch's philos. magazine* Vol. 37. p. 236 in Ostindien bei *Shabad*, nicht weit von Futty Ghur, ungefähr in der Mitte des Juli 1810 ereignet hat, und wobei durch das Meteor sehr viel Schaden ist angerichtet worden. Dieses Ereigniſs habe ich schon in meinem Buche, S. 292, erwähnt. Mir scheint übrigens *Futtypoore* mit *Futty Ghur*, wie es dort heiſst, einerlei zu seyn, und ich halte, nach der Analogie mit vielen andern sich so endenden Namen ostindischer Orte *Futtypoore* für richtiger, und es mag bei der andern Benennung wohl ein Schreib- oder Druckfehler vorgefallen seyn.)

Ueber den Meteorsteinfall 1825 den 10. Februar, Mittags zwischen 12 und 1 Uhr bei *Nanjemoy* in *Maryland* finden sich weitere Nachrichten in *Silliman's American Journal* Vol. IX. No. 2. S. 351 u. f. und Vol. X. No. 1. S. 131 und aus diesem in *Schweigger's*

*Jahrbuch der Chemie und Physik*, N. R. Bd. 16. S. 396 f. Die Nachrichten haben Dr. Sam. Carver und Capitän W. D. Harrison, welcher letztere Augenzeuge war, dem Professor Silliman mitgetheilt. Man hörte in der Gegend von Nanjemoy eine starke Explosion, wie ein Kanonenschuſs, und hernach ein lautes sausendes Geräusch in der Richtung von NW nach SO fortgehend, parallel mit dem Potowmak Flusse. Es ward in einem Umkreise von wohl 50 engl. Quadratmeilen gehört, und Alle glaubten es über ihren Köpfen zu hören. In einer Entfernung von ungefähr 25 engl. Meilen von dem Orte des Niederfalles ward eine Erschütterung gespürt, wie von einem Erdbeben. Cap. Harrison sah den Meteorstein etwa 15 Sekunden nach der Explosion auf seine Pflanzung niederfallen. Er hatte 22 bis 24 Zoll tief unter die Oberfläche der Erde eingeschlagen, war noch warm, zeigte einen starken Schwefelgeruch, und wog 16 Pfund. Man hat keine Feuererscheinung gesehen (ohne Zweifel wegen des hellen Sonnenlichts bei der heitern Witterung, und weil man nicht just die Augen nach der Stelle des Meteors gerichtet hatte). Ein Stück ward von *Chilton* chemisch untersucht; es wog 228 Grän, und zeigte ein specifisches Gewicht von 3,66. Nach Wegnahme der äuſsern Rinde ward das Stück grob gepulvert, und die von dem Magnet anziehbaren Theile, welche 40 Grän betrugen, wurden von der andern abgesondert, und von den einen sowohl wie von den anderen 25 Grän zur Analyse verwendet. Die nicht vom Magnet angezogenen Theile gaben Eisenoxyd 6,15; Nickeloxyd 0,80; Kieselerde 14,90; Magnesia 2,60; Kalk 0,45; Thonerde 0,05; Schwefel 1,27; =

26,12. Die vom Magnet angezogenen Theile gaben Eisenoxyd 24,00; Nickeloxyd 1,25; Kieselerde, Magnesia, Kalk und Thonerde 3,46; Schwefel eine Spur, zusammen 28,71, wo der Ueberschuss, wie gewöhnlich, von der Oxydation herrührte. Von Chrom war keine Spur zu entdecken. Von der physischen Beschreibung sowohl der sehr rissigen Rinde, als des Innern erwähne ich hier nichts weiter, weil alles ungefähr eben so ist, wie bei den bekanntern Nickel und viel Gediegeneisen enthaltenden Meteorsteinen.

1825, den 12. Mai, will man zu *Bayden* in *Wiltshire* in England eine Eisenmasse haben herabfallen sehen. (Weitere Nachrichten sind nicht vorhanden.) Die von Herrn Joyce, einem der vorzüglichsten Londner Mineralienhändler, gekaufte Masse ist im Besitz des Herrn Schwickard, eines jungen Hüttenmannes vom Harz, welcher gegenwärtig in Mexico lebt. Er zeigte sie vor einigen Monaten dem Herrn Oberbergrath und Professor Nöggerath in Bonn; dieser, welcher die Güte gehabt hat, mir die Nachricht mitzutheilen, sah sie nur einige Augenblicke, und konnte sie nicht näher untersuchen. Sie war von der Grösse einer Faust, fast vollkommen kugelförmig; die Oberfläche war mit sehr schönen octaëdrischen oft in einander gedrängten Krystallen um und um bedeckt, in der Art, wie die gewöhnlichen Strahlkieskugeln. Die Krystalle waren grösstentheils über einen halben Zoll groß, von aussen matt, und schwarz, wie Magneteisenstein; eine angefeilte Stelle zeigte sich in Glanz und Farbe ganz wie Meteoreisen. Auf die Magnetnadel wirkte es sehr stark.

? 1826, den 15. Februar sah man (wie gemeldet wird) bei Sonnenuntergange NWlich von *Lugano* (in dem südlichsten Theile der italienischen Schweiz) ein leuchtendes Meteor, das sich über die Thäler des Monte Cenere erhob, dann sich plötzlich niederwärts liefs, und mit einem solchen Knalle zerplatzte, dafs das ganze Thal von Lugano bebte. Meteorsteine, die es bei seinem Falle ausschleuderte, verbreiteten sich auf eine halbe Stunde weit. Eine Dorfkirche, die in beträchtlicher Entfernung stand, ward so erschüttert, dafs die Leuchter vom Altare fielen. (An der Richtigkeit dieser in der *Frankfurter OberPostAmtsZeitung* No. 92 vom 2. April 1826, aus welcher Quelle, weifs ich nicht, mitgetheilten Nachricht glaube ich noch zweifeln zu müssen, da ich weder in der Gazzetta di Milano, noch in der Zürcher Zeitung, die doch am ersten etwas davon hätten mittheilen können, noch sonst in einer italienischen, französischen oder deutschen Zeitschrift etwas davon finden konnte; da auch Personen, die sich bemüht haben, aus der Schweiz etwas von den Steinen und von weitern Nachrichten zu erhalten, bis jetzt weder das eine, noch das andere erhalten haben. Uebrigens haben wir schon so manche Lügenberichte von angeblichen Meteorsteinfällen erhalten, dafs man wohl Anstand nehmen mufs, anonyme Nachrichten bis auf weitere Bestätigung sogleich für wahr zu halten.)

II. Ueber Gediegeneisenmassen, die auch für meteorisch zu halten sind.

In *Silliman's American Journal of science*, Vol. 8. Aug. 1824. p. 218 finden sich viele weitere Nachrich-

ten von der in meinem Buche S. 344 und in diesen *Annalen* B. 68. S. 343 und B. 82. S. 34 von mir erwähnten Eisenmasse aus *Louisiana*, welche im Besitze des Obersten Gibbs war, der sie in der Sammlung der historischen Gesellschaft zu NewYork niedergelegt hat, wie auch noch von zwei andern, die sich noch dort befinden, und schon früher ein Gegenstand der Aufmerksamkeit der Indier gewesen sind.

Von der nicht weit von *Bitburg* vormals gefundenen ungefähr 3400 Pfund schweren Eisenmasse, über welche ich in meinem Buche S. 353 und hernach in diesen *Annalen* B. 68. S. 342 und B. 82. S. 33 und 34 mehr gesagt habe, und welche aus Unkunde war eingeschmolzen worden, habe ich doch noch ein kleines Stückchen im natürlichen Zustande aus der Sammlung der Gesellschaft für nützliche Forschungen zu Trier durch die gütige Verwendung des Herrn Steininger, Oberlehrers der Physik und Mathematik in Trier, erhalten (welcher durch viele geognostische Forschungen in den Rheingegenden u. s. w. sich wohlverdient gemacht hat). Es ist etwas porös und krystallinisch, und scheint mir mit dem Meteoreisen aus Columbien die meiste Aehnlichkeit zu haben. Weitere Nachrichten von Herrn Steininger, nebst beigefügten Bemerkungen von Herrn Ob. Bergrath und Prof. Nöggerath und von mir, finden sich in *Schweigger's Journal für Chemie* N. R. Bd. 16. S. 384.

Ueber das Gediegeneisen in *Mexico*, bei *Jiquipilco* oder *Xiquipilco* *) 10 leguas nordostlich von *Tolu-*

*) Dieses unterscheidet sich nur durch eine weichere oder härtere

*ca*, hatte ich aus der *Gaseta de Mexico* einige Nachrichten in meinem Buche *Ueber Feuermeteore* u. s. w. S. 338 mitgetheilt. Nun hatte Herr Stein, Hauptagent des deutsch-amerikanischen Bergwerksvereins, aus Mexico am 25. April 1825 ein Stück von diesem Eisen an Herrn Ob. Bergrath und Professor Nöggerath in Bonn überschickt, welcher, zufolge seiner mir aus mehreren Erfahrungen bekannten Gefälligkeit, etwas davon hat absägen und mir zukommen lassen, und auch weitere Nachrichten davon in einem an mich gerichteten Schreiben im *Journal der Chemie von Schweigger*, N. R. Bd. 17. S. 74 f. mitgetheilt hat. An meinem Stücke zeigen sich die Widmanstädtischen Figuren auch so, wie Herr Ob. Bg. R. Nöggerath sie beschreibt, nämlich mit unregelmäßsigen Streifen oder Durchgängen, die sich vorzüglich nur nach zwei Richtungen ziemlich rechtwinklig durchschneiden, welches sich bei anderen Meteoreisen mehr nach drei Richtungen zeigt. Da in dem Stücke, welches sich in dem kaiserlichen Naturalienkabinet zu Wien befindet, die Streifen sich auch nur meist nach zwei Richtungen durchschneiden, so finde ich auch mit Hrn. O.B.R. Nöggerath wahrscheinlicher, daſs es von Jiquipilco, als daſs es von Zacatecas seyn möge.

Hr. Prof. John zeigt in dem *Bulletin des sciences phys.* v. *Férussac*, Août 1826, S. 146 an, daſs er in dem Gediegeneisen von Bitburg und von Lénarto auch eine Spur von Selen gefunden habe.

Aussprache desselben Gutturals, so wie man auch jetzt eben sowohl Mejico als Mexico schreibt.

## III. Beiträge zu den Nachrichten von herabgefallenen Subſtanzen, die von Meteorſteinen und Gediegeneiſen verſchieden ſind.

1822, den 22. Januar ward in 23° N. B. und 21° 20′ Länge von Greenwich an einem ruſſiſchen Schiffe, 275 Seemeilen von Afrika entfernt, Segel und Tauwerk mit einem rothbraunen und ockerartigen Staube bedeckt. Es ſchienen lauter lange Streifen von Körnern zu ſeyn, die ſich zu berühren ſchienen. Auf der Seite des Windes, der von NO kam, war es ſichtbar, auf der entgegengeſetzten nicht. Der Staub war fein anzufühlen, und färbte die Haut roth. *Ann. de Chimie*, t. XXX. p. 430.

1825, den 19. Januar befand ſich das nach London zurückkehrende Schiff Clyde unter 10° 40′ N. B. und 27° 41′ weſtl. Länge etwa 600 engliſche Meilen von der Küſte. Des Morgens waren die Segel mit einem braunen, und wie das Mikroſkop zeigte, äuſserſt feinen Sande bedeckt. Da Nachmittags um 2 Uhr einige Segel eingezogen wurden, bemerkte man, ſo wie der Wind ſie gegen den Maſt ſchlug, ganze Staubwolken. (Da hätte man doch etwas von dem Staube für chemiſche Unterſuchung ſammeln ſollen!) Der Wind war ONO. *Gentlemans magazine*, März 1825. *Ann. de Chimie*, t. XXX. p. 430.

Der in meinem Buche S. 367 ſchon erwähnte ſogenannte Blutregen 1643 zu *Vaihingen* an der Enz, und zu *Weinsberg*, wird auch im *Theatr. Europ.* t. IV. gemeldet, und zwar ſoll es am 20. Februar geſchehen ſeyn. Daſſelbe ſoll ſich auch am 26. Februar 1641 zu *Alzheim* in der Pfalz, und im Januar 1643 bei *Staden* ereignet haben.

Von dem bekannten Staubniederfalle 1813, am 14. März in Calabrien, und von der Analyse desselben giebt *Sementini* (wie ich aus dem *Bulletin des sciences mathématiques et physiques* von Férussac, Août 1826, S. 144 ersehe) in den Schriften der Akademie der Wissenschaften zu Neapel im 2ten Theile des ersten Bandes S. 281 Nachrichten, welche aber dieselben sind, die ich schon aus andern Quellen in meinem Buche *Ueber Feuermeteore und herabgefallene Massen*, so wie auch in diesen *Annalen* mitgetheilt habe. Ich halte für nöthig, dieses zu bemerken, damit nicht etwa Jemand, wie schon mehrmals geschehen, etwas schon längst von mir Erwähntes wieder als etwas Neues und noch Unbekanntes zum Vorschein bringe.

### IV. Beiträge zu den Nachrichten von Feuermeteoren.

1637, am 3. October, bei Tagesanbruch, in Frankreich eine von mir und von Andern noch nicht erwähnte grosse Feuerkugel, kam von NO¼O, ging nach OSO, und ward gesehen im Contat, Dauphiné, Lionnois u. s. w. Nach einem Manuscript vom Canonicus Jacques de Banes, gemeldet in der *Corresp. astron. par M. de Zach*, t. XIII. cah. 5. p. 457.

1683, den 12. August, Abends 9 Uhr zu Leipzig eine sehr helle Feuerkugel, erschien zuerst unter der Achsel des Bootes gegen den grossen Bären zu, in Gestalt eines kleinen Sternes, ward hernach gross wie der Mond, ging niederwärts, und ward an mehreren Orten in Sachsen, wie auch in Cassel, Halberstadt, u. s. w. gesehen. *Theatr. Europ.* t. XII. p. 619. Unter vielen dort gemeldeten bemerke ich nur diese, weil sie besser beobachtet ist.

1820, den 9. December um 1 Uhr nach Mitternacht, zu *Tumea* in der Mongolei ein ungewöhnliches Knallen in der Luft mit Donnerschlägen, nebst plötzlicher Helligkeit, wie am Tage (ohne Zweifel zu Folge eines Feuermeteors, das man wegen trüber Witterung nicht genauer mochte haben sehen können). *Reise nach China durch die Mongolei, von Timkowsky*, deutsch durch Schmidt, 1. Th. Cap. 8.

Ueber die 1823 am 6. April um 10 Uhr Abends zu Berlin gesehene Feuerkugel, welche aus *Bode's astronomischem Jahrbuche auf 1827* S. 149 schon von mir in diesen *Annalen* B. 82 (1826. St. 2.) S. 164 erwähnt ist, hat Herr Justizrath Hindersin zu Neustadt Eberswalde mir weitere Nachrichten gefälligst mitgetheilt, die er schon früher an den bald darauf verstorbenen Prof. Gilbert überschickt hatte. Er ging Sonntags den 6. April 1823 Abends von dem dortigen Kupferhammer bei milder Luft und wolkenfreiem klar gestirnten Himmel in Gesellschaft zweier Damen nach der Stadt zurück. Gleich anfangs bemerkten sie, dass es tief in NW schwach wetterleuchtete (vermuthlich nur zufolge des entfernten Meteors). Dieses ward nach und nach stärker, bis sie aus der Waldung auf die freie Anhöhe vor der Stadt kamen, wo sie denn am NWlichen Horizont eine Wolke (wahrscheinlich nur von dem Dampfe und Rauche des Meteors) sahen, aus welcher es stark blitzte, und zugleich sahen sie eine Feuerkugel, welche über ihnen ungefähr von SO nach NW schwebte (also, da man sie in Berlin nach NO gesehen hat, wohl, so wie viele andere Feuerkugeln, mag Bogensprünge gemacht haben). Sie erschien völlig rund, mit lebhaft glänzendem röthlich

gelben mit wenig Blau gemischtem Lichte, welches bei der Fortbewegung zugleich mit dem Umfange der Kugel abnahm. Diese verschwand zuletzt, ohne dass ein Zerplatzen oder Zerstieben zu bemerken war, und es schien, als ob sie in sich selbst verzehrt würde. Die Erscheinung dauerte 3 bis 4 Sekunden, und liess ungefähr eben so lange einen hellen weisslich schimmernden, an der SOseite etwas schmälern und schwächern Lichtstreifen nach, der sich in gerader Linie von dem letzten Sterne im Schwanze des grossen Bären (Benetnasch) bei dem kleinen Bären südlich vorbei bis so weit erstreckte, dass, eine gerade Linie von dem Polarsterne auf den Endpunkt des Lichtstreifens gedacht, diese Linie mit dem Lichtstreifen einen rechten Winkel bildete. Der Zeitpunkt des Meteors war nach dortiger Uhr höchstens 5 Minuten über 10 Uhr. Die eine Begleiterin des Hrn. Beobachters wollte einige Sekunden nach dem Verschwinden der Feuerkugel noch während der Beobachtung des Lichtstreifens einen sehr entfernten dumpfen Schall, wie von dem Falle eines Körpers (vielleicht von einem frühern Ausbruche oder einer Bewegung des Meteors, als es näher über ihnen war) gehört haben, war aber der Sache nicht recht gewiss; die Andern haben nichts gehört. Es wäre zu wünschen, dass noch aus andern Gegenden ähnliche Beobachtungen desselben Meteors mitgetheilt würden, damit die wahre Bahn, die Höhe u. s. w. daraus berechnet werden könnte.

1823, den 6. December, Nachmittags zwischen 4 und 5 Uhr sah Herr Graf von Beust, Ob. Berg-Hauptmann in Bonn, eine von N nach S gehende

Feuerkugel auf dem Wege zwifchen Maftricht und Aachen.

1825, den 10. September, um 9½ Uhr Abends bei *Liancourt*, Dép. de l'Oife, eine Feuerkugel, elliptifch, ungefähr von der Gröfse des Vollmondes, zog einen langen Schweif nach fich, ging von NW nach SO, fchien fich unter einem Winkel von ungefähr 35° zu fenken. Das Licht war glänzend weifs. Aus einem Berichte des Duc de la Rochefoucauld in *Ann. de Chimie*, t. XXX. Dec. 1825. p. 415.

1825, den 9. November, Abends 5 Uhr eine an mehreren Orten des Pilsner Kreifes in Böhmen gefehene Feuerkugel, fprühte Funken, ging von NW nach SO, verlofch nach einer Weile, wie eine Rakete. Herr Paul, Direktor der (dem fehr verehrungswürdigen Herrn Grafen Cafpar von Sternberg zugehörenden) Herrfchaft Radnitz, hörte dabei ein rollendes Getöfe. *Kastner's Archiv für Naturkunde*, B. 8. H. 2. S. 243.

1825, den 14. November, um 8 Uhr Abends, ein fehr glänzendes Feuermeteor, zu *Leith* in Schottland gefehen, ging fehr fchnell von O nach W, durchlief immer in derfelben Richtung einen Bogen von ungefähr 25°, und machte im Zenith eine Explofion, wie eine Rakete. Der Lichtfchweif war noch 2 Minuten lang fichtbar. Beobachtet von Coldstream in Leith. *Edinburgh Journal of Science*, No. IX. Jun. 1826. p. 91. *Annal. de Chimie*, t. XXX. p. 415.

1826, den 14. Februar, um 7 Uhr 50 Minuten, Morgens, zu *Campo de Criptana* in La Mancha eine fehr grofse Feuerkugel, in Geftalt eines umgekehrten Kruges; fie kam in fchräger Richtung von W nach N

herab, und liefs eine grofse Rauchwolke hinter fich zurück. Das Licht war äufserft hell, und in einiger Höhe (wenn es heifst: 40 Varas oder fpanifche Ellen, fo ift nichts damit gefagt) verfchwand es. Jeder war geneigt zu glauben, dafs das Meteor in dem Bezirke, wo er war, herabgefallen fey (wie öfters eine folche optifche Täufchung bei Feuermeteoren Statt gefunden hat), ob es gleich auf dem Wege von Quintanas (wohl auch nur dem Anfcheine nach) wirklich herabfiel. Aus der *Zeitung von Madrid* in der *Frankfurter OberPostAmtsZeitung* 1826, No. 69.

1826, den 14. April zwifchen *Paisley* und *Glasgow* in Schottland eine Feuerkugel, anfangs (fcheinbar) ftillftehend, fehr hell, warf filberweifse Funken, ging horizontal von N nach S. *Edinburgh Journal of Science*, No. 8. April 1826. p. 378. Wird einem elektrifchen Princip zugefchrieben, (!) welches man doch wohl jetzt beffer wiffen könnte und follte.

1826, den 21. Juli, Abends, fah man zu *Heidelberg* aus grauen Wolken, welche fchon lange wetterleuchteten (welches ebenfowohl zufolge des Feuermeteors, als eines Gewitters kann gefchehen feyn), plötzlich einen grofsen Feuerballen gegen W herausfahren und fortrollen (woraus auf eine Axendrehung, die auch fchon mehrmals beobachtet worden, zu fchliefsen ift). Ungefähr 10 Sekunden lang wurden Gebäude und die Gegend am Neckar aufserordentlich hell beleuchtet. Aus *Zeitungen*, unter andern der *Berliner Haude und Spenerfchen*, No. 188. vom 14. Aug. 1826.

1826, den 29. Juli, um 2½ Uhr Morgens, ward in Catalonien, auf dem Wege zwifchen *Varcla* und *Florido*, von dem Condukteur und Poftillion des Poftwa-

gens, welche es vor den öffentlichen Autoritäten ausgesagt haben, bei heiterem Himmel und Mondschein auf einmal eine blitzartige Helligkeit bemerkt, die von NW gekommen war, und über 2 Minuten, anfangs zunehmend, hernach abnehmend, fortdauerte, und wodurch das Mondlicht ganz verdunkelt ward. Die Pferde standen still und senkten die Köpfe zur Erde nieder, bis es vorüber war. Es ward kein Getöse gehört, aber einige einzelne Stöße von heißer Luft verspürt (wovon mehr Beispiele bei Feuermeteoren, allem Ansehen nach durch Wärmeentwicklung vermöge der Compression der Luft, vorhanden sind). Aus der *Zeitung von Barcelona* im *Journal du Commerce* vom 20. Sept. 1826.

1826, den 3. August, um 5 Uhr Abends, sah man zu *Frankenstein* (in Schlesien) bei Tageslicht eine Feuerkugel von Vollmondsgröße in einer Höhe von 20° von SW nach NO gehen. *Hertha* B. 5. H. 3. S. 223.

*An demselben Tage*, Abends gegen 10½ Uhr, sah man in der Gegend um Leipzig (bei *Lütschena*) eine Feuerkugel, die durch das Zenith von ONO nach WSW ging. Sie ward in einer Höhe von etwa 60° sichtbar, und verschwand in einer Höhe von ungefähr 20°. Sie zog einen 20° bis 25° langen Schweif nach sich. Das Licht der Kugel war weiß und stark glänzend; der Schweif von derselben Farbe; er zeigte keine schlängelnde Bewegung, und blieb nach dem Verschwinden der Kugel noch einige Augenblicke sichtbar. Die Dauer der ganzen Erscheinung betrug kaum 2 Sekunden. Der Himmel war völlig wolkenleer. Mehrere Sternschnuppen waren in derselben Gegend und in ähnlicher Richtung vorausgegangen; andere

folgten in verschiedenen Richtungen und Zeitabständen nach. (Mitgetheilt von Herrn Doctor Schulz in Halle.)

1826, den 8. August, zu *Odensee* eine Feuerkugel von der scheinbaren Gröfse des Vollmondes. *Hamburger Correspondent*, No. 132, vom 19. August.

1826, den 11. August, gegen 4 Uhr Nachmittags, zeigte sich bei *Halle* am südlichen Himmel, in einer Höhe von 40° bis 50° eine, ungeachtet des hellen Mondscheins, sehr stark glänzende Feuerkugel von weifsem Lichte. Sie ward zwischen zwei Wolken sichtbar, welche weder den Anfang noch das Ende der Erscheinung beobachten liefsen. Die Bewegung ging scheinbar senkrecht herunter, und war nicht schnell. Der Himmel war wolkig, und nach der Westseite war ein Gewitter.

1826, den 4. September, um 8 Uhr Abends, bei *Halle* eine Feuerkugel bei völlig heiterem Himmel, ward von der Weintraube aus bei Halle gesehen. Sie ward sichtbar bei dem Sterne Scheat ($\eta$) des Pegasus, und ging in einer scheinbar geraden Richtung ungefähr bis zum Fomahaut oder $\alpha$ des südlichen Fisches. Das Licht war weifs, schien aber bald gelblich zu werden. Die Kugel zog einen weifsen Schweif nach sich, fast so lang, als die ganze sichtbare Bahn. Die Erscheinung dauerte noch keine volle Sekunde.

1826, den 6. September, um 10 Uhr Abends, eine Feuerkugel zwischen *Halle* und *Könnern*, unfern des Posthorns, gesehen, am westlichen Himmel. Eine gute Minute darauf ward ein Knall aus der Gegend der Erscheinung gehört. Weitere Nachrichten sind nicht vorhanden. (Die drei letztern Nachrichten sind von Herrn Doctor Schulz in Halle mitgetheilt.)

1826, den 13. September, um 5¼ Uhr Morgens, zu *Bordeaux* ein Feuermeteor, kam von O, ging nach SW, verbreitete, ungeachtet der Helligkeit des Tages, viel Licht. Man würde es für eine funkenwerfende Rakete gehalten haben, wenn es nicht von oben herabgekommen wäre. *Journal du Commerce*, und *Constitutionnel* vom 18. Sept. 1826.

Es scheint, als ob solche Meteore seit ein Paar Monaten sich wieder etwas häufiger zu zeigen anfingen, wie ich denn auch an einigen Abenden des Augusts viele Sternschnuppen bemerkt habe.

*Chladni.*

## V.

## *Ueber die Kryſtalliſation des Kupfervitriols, nebſt allgemeinen Bemerkungen über das ein- und eingliedrige oder tetartoprismatiſche Syſtem;*

von

A. F. Kupffer, Profeſſor zu Kaſan.

Unter allen Kryſtallformen, die mit ſo mannichfaltiger Ausbildung in der unorganiſchen Welt auftreten, ſind diejenigen, die wir unter dem Namen des ein- und eingliedrigen Syſtems nach Weiſs, oder des prismatiſchen Syſtems mit tetartoprismatiſchen Combinationen, nach Mohs, begreifen, und denen Haüy ein unregelmäſsiges Parallelepiped zur Grundform giebt, am wenigſten bearbeitet worden. Dieſe Formen kommen ſelten vor, genaue Meſſungen ihrer Winkel ſind ſchwierig, und der Zuſammenhang, der unter den Winkeln Statt findet, iſt hier verwickelter als irgendwo, indem die Natur bei ihnen die einfachen Geſetze der Symmetrie ganz aufgegeben zu haben ſcheint.

Alle kryſtallographiſchen Theorien drehen ſich um zwei Hauptpunkte, um die Wahl der Grundformen, und um die Ableitung der ſecundären Flächen aus denſelben. Dabei darf das Grundgeſetz aller kryſtalliniſchen Bildung nicht aus den Augen verloren werden, daſs nämlich die ſecundären Flächen die Seitenlinien der Grundform in rationalen Verhältniſſen ſchneiden. Dieſer Grundſatz iſt zuerſt von Haüy an der Natur ſelbſt erwieſen worden, und hat bis jetzt

keinen Widerspruch gefunden. Haüy ist auch der Einzige gewesen, der eine Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung gegeben hat, die von den Anhängern der Atomistik allerdings für richtig gehalten werden muss, weil sie die Erscheinung vollständig erklärt. Alle späteren krystallographischen Theorien, mit wie vielem Scharfsinn sie auch entwickelt, und wie sehr sie auch das krystallographische Studium klarer und deshalb zugänglicher gemacht haben mögen, sind doch nur Ansichten, die diesen von Haüy erwiesenen Grundsatz schon stillschweigend in sich fassen, und keineswegs dazu dienen sollen, ihn von Neuem zu beweisen, sondern ihn durch neue Beobachtungen zu bestätigen.

Haüy folgt bei der Wahl seiner Grundformen dem blättrigen Bruche, ohne jedoch, in den Fällen, wo der Blätterdurchgänge zu viele oder zu wenige sind, um eine einfache Form begrenzen zu können, von dem Vorwurf der Willkührlichkeit ganz freigesprochen werden zu können. Seine Grundformen sind so beschaffen, dass entweder alle Flächen zu drei oder vier sich in zwei entgegengesetzten Punkten der Axe vereinigen, oder dass vier oder sechs Flächen der Axe parallel gehen, und von zwei andern, die wieder untereinander parallel sind, durchschnitten werden. Zu der ersten Abtheilung gehören das Rhomboëder, und die verschiedenen Octaëder: bei ihnen braucht man nur einen oder mehrere Winkel zu wissen, um alle übrigen Stücke berechnen zu können. Die zweite Abtheilung begreift die verschiedenen Prismen, bei denen man das Verhältniss der Längen der Seiten wissen muss, um ihre übrigen Stücke zu berechnen.

Nun hat aber Haüy zugleich gezeigt, daſs, wenn man den blättrigen Bruch einen Augenblick aus der Acht laſſen will, man für jedes Prisma ein Octaëder, und für jedes Octaëder ein Prisma als Grundform ſubſtituiren, für das regelmäſsige ſechsſeitige Prisma aber ein Rhomboëder oder ein Dihexaëder ſetzen kann. So bleibt es unſerer Wahl freigeſtellt, überall ein Octaëder oder Rhomboëder, oder überall ein Prisma als Grundform anzuerkennen; und man ſieht, wie einfach dann die Lehre von den Grundformen wird. Die Wahl zwiſchen dem Octaëder und Prisma iſt nicht ſchwer. Die Natur beobachtet bei der Bildung der Kryſtalle nur die Verhältniſſe der Winkel, nicht aber die Verhältniſſe der Seiten, ſo daſs man die erſten unmittelbar aus der Beobachtung ſchöpfen kann, während man die letztern erſt aus den erſteren berechnen muſs. Aus dieſem Grunde wird das Octaëder, bei welchem man nur die Winkel anzugeben braucht, um es vollkommen zu beſtimmen, immer den Vorzug behalten, und es iſt nur der unvollkommnen Haüyſchen Rechnungsmethode, die immer gezwungen iſt, auf Dimenſionen zurückzugehen, zuzuſchreiben, daſs die Octaëder nicht ſchon längſt die Prismen aus der Zahl der Grundformen verdrängt haben.

So reduciren ſich alle Kryſtallbildungen auf zwei Grundformen, das Rhomboëder und das Octaëder. Dieſe Anſicht haben Weiſs und Mohs zuerſt aufgeſtellt. Der Unterſchied der Grundanſichten dieſer beiden groſsen Kryſtallographen Deutſchlands zeigt ſich erſt in der Behandlung des zwei- und eingliedrigen Syſtems oder des prismatiſchen Syſtems mit hemiprismatiſchen Combinationen.

Haüy hat für dieses System, das Weiſs mit einem eignen Namen belegt hat, das zwei- und eingliedrige System, zwei Grundformen aufgeführt, nämlich das ſchiefe Prisma mit rhombiſcher oder rectangulärer Baſis, und das gerade Prisma mit rhomboïdiſcher Baſis. Obgleich das gerade Prisma mit rhomboïdiſcher Baſis, wenn man eine ſeiner Seitenflächen zur Baſis macht, zu einem ſchiefen Prisma mit rectangulärer Baſis wird, ſo ſind dieſe beiden Formen doch ſorgfältig von einander zu unterſcheiden. Haüy giebt nämlich ſeinem ſchiefen Prisma immer ſolche Dimenſionsverhältniſſe, daſs eine Linie, aus der vordern obern Ecke nach der untern hintern gezogen, ſenkrecht auf die Axe des Prismas iſt. Dieſs iſt bei demjenigen ſchiefen Prisma mit rectangulärer Baſis, welches Haüy als gerades Prisma mit rhomboïdiſcher Baſis anſieht, nicht der Fall, und man kann für daſſelbe auch kein anderes Prisma ſubſtituiren, welches dieſe Eigenſchaft hätte, ohne die Winkel zu ändern.

Weiſs, der alle Flächen auf drei Axen bezieht, ſieht hier wieder lauter Octaëder, deren Zuläſſigkeit ſchon Haüy angedeutet hat; aber er geht noch einen Schritt weiter; indem er keine andere Axen, als rechtwinklige, zulaſſen will, iſt er gezwungen, die Dimenſionen des geraden Prismas mit rhomboïdiſcher Baſis ſo abzuändern, daſs hier ebenfalls eine Ebene, durch zwei gegenüberliegende Seitenkanten gezogen, ſenkrecht auf eine von den Seitenflächen des Prismas ſey; oder er muſs aus dem geraden Prisma mit rhomboïdiſcher Baſis ein ſchiefes Prisma mit rectangulärer Baſis, in der von Haüy angenommenen Bedeutung dieſes Namens, machen.

Mohs kehrt zur Haüyschen Ansicht wieder zurück, indem er sein prismatisches System mit hemiprismatischen Combinationen in zwei Abtheilungen bringt; in die erste Abtheilung bringt er die Octaëder mit rhombischer Basis, deren Axe senkrecht auf die Basis ist; in die zweite diejenigen, bei welchen die Axe einen schiefen Winkel mit der Basis macht; indem er den Winkel, welchen die Axe mit einer Linie macht, die rechtwinklig mit der Basis ist, mit dem Namen „Abweichung" belegt, setzt er bei den Octaëdern der ersten Abtheilung die Abweichung = o, bei den Octaëdern der zweiten Abtheilung hingegen giebt er die Gröſse der Abweichung an. In diesem Punkte sind also die Weiſs'schen und Mohs'schen Ansichten ganz von einander verschieden; die Mohs'schen schlieſsen sich ganz an die Haüy'schen an, und sind von ihnen nur in der Wahl der Grundform verschieden, die indeſs auch Haüy freigelassen hat. Die Rechnung, mit denselben Elementen nach den Ansichten von Mohs oder von Haüy geführt, giebt durchaus dasselbe Resultat; die Winkel, die diese beiden Beobachter gefunden haben, wenn auch untereinander verschieden, genügen beiden Ansichten auf gleiche Weise, während Weiſs ihre Beobachtungen etwas modificiren muſs, um seine Ansichten geltend machen zu können. Mohs und Haüy müssen in dieser Abtheilung der Krystallformen, nämlich bei den Octaëdern mit Abweichung oder bei den geraden Prismen mit rhomboëdrischer Basis, wenigstens drei Winkel wissen, um aus ihnen die übrigen Stücke der Grundform zu berechnen, während nach der Weiſs'schen Ansicht zwei Winkel dazu hinreichend sind.

Das Urtheil über die Richtigkeit einer von diesen Hypothesen liegt also nicht mehr im Belange des reinen Nachdenkens, sondern die Beobachtungen selbst (und zwar sehr sorgfältige Beobachtungen, weil es hier auf kleine Grössen ankommt) müssen entscheiden. So lange uns diese Beobachtungen noch fehlen, wird es gut seyn, sie durch theoretische Betrachtungen vorzubereiten, damit man sehe, worauf es eigentlich dabei ankommt; und dazu soll die folgende Darstellung dienen.

Erst müssen wir uns klar machen, was, mit mathematischem Blick angesehen, wir eigentlich unter Axen verstehen; denn dass diese Axen keine blosse Coordinaten-Axen sind, auf welche man die Ebenen der Krystalle bezieht, wird schon daraus klar, dass man zuzugeben gezwungen ist, es könne Fälle geben, wo man die Axen nicht rechtwinklig nehmen kann, da die Winkel der Coordinatenaxen doch immer ganz willkührlich sind.

Haüy hat als Grundsatz aufgestellt und bewiesen, dass die Seitenlinien der Grundformen alle in rationalen und einfachen *) Verhältnissen von den secundären Flächen geschnitten werden; diese Eigenschaft will man nun in den Axen wiederfinden, und findet sie in

*) Ich sage rational und einfach, weil, da die Beobachtung nie über sehr kleine Unterschiede entscheiden kann, man hier für jede irrationale Grösse immer eine ihr sehr nahe kommende zusammengesetzte rationale Zahl setzen könnte, ohne der Erfahrung zu widersprechen. In diesem Sinne sind sehr zusammengesetzte Zahlen als irrationale zu betrachten, und deshalb da nicht zulässlich, wo bloss rationale Zahlen angenommen werden müssen.

denjenigen wieder, die entweder den Seitenlinien zur Grundform parallel laufen, oder durch ihre gegenüberliegenden Ecken gehen; es ſollen demnach nur ſolche Linien als Axen angeſehen werden, die von den ſecundären Flächen in rationalen Verhältniſſen geſchnitten werden. Jetzt wollen wir auf eine ganz allgemeine geometriſch-analytiſche Weiſe unterſuchen, welche Linien überhaupt als Axen dienen können.

Es ſeyen

$$\begin{aligned} Ax + By + Cz + D &= 0 \\ A_{(1)}x + B_{(1)}y + C_{(1)}z + D_{(1)} &= 0 \\ A_{(2)}x + B_{(2)}y + C_{(2)}z + D_{(2)} &= 0 \\ \text{etc.} \end{aligned}$$

die Gleichungen mehrerer Kryſtallebenen, auf Coordinatenaxen bezogen, deren Winkel $\lambda$, $\mu$, $\nu$ ſind; und zwar ſo, daſs:

$$\begin{aligned} A &= mA_{(1)} = nA_{(2)} = \text{etc.} \\ B &= m'B_{(1)} = n'B_{(2)} = \text{etc.} \\ C &= m''C_{(1)} = n''C_{(2)} = \text{etc.} \end{aligned}$$

wo $m, m', m'', n, n', n''$ etc. rationale Zahlen bedeuten, wie $\frac{1}{2}$, 1, $\frac{3}{2}$, 2, 3, 4 etc.

Es ſey ein Punkt gegeben, deſſen Coordinaten ſeyen $x'$, $y'$, $z'$. Durch dieſen Punkt gehen drei Linien, die uns als drei neue Coordinatenaxen dienen ſollen; deren Gleichungen ſeyen folgende:

$$(I)\begin{cases} c(x-x') + a(z-z') = 0 \\ c(y-y') + b(z-z') = 0 \end{cases} \text{Gleichung der neuen Axe der } z.$$

$$\begin{cases} c'(x-x') + a'(z-z') = 0 \\ c'(y-y') + b'(z-z') = 0 \end{cases} \text{Gleichung der neuen Axe der } x.$$

$$\begin{cases} c''(x-x') + a''(z-z') = 0 \\ c''(y-y') + b''(z-z') = 0 \end{cases} \text{Gleichung der neuen Axe der } y.$$

Es ſeyen nun $x''$, $y''$, $z''$ die Coordinaten des

Durchſchnittspunktes der erſten Kryſtallebene mit der neuen Axe der $z$; $x'''$, $y'''$, $z'''$ ſeyen die Coordinaten des Durchſchnittspunktes derſelben Ebene mit der neuen Axe der $x$, und $x^{\text{IV}}$, $y^{\text{IV}}$, $z^{\text{IV}}$ die Coordinaten des Durchſchnittspunktes der Ebene mit der neuen Axe der $y$; ſo müſſen dieſe Coordinaten den Gleichungen der Linien, in welchen dieſe Durchſchnittspunkte liegen, und zugleich der Gleichung der erſten Kryſtallebene, Genüge leiſten. Wir haben alſo für den erſten Durchſchnittspunkt

$$c(x''-x') + a(z''-z') = 0$$
$$c(y''-y') + b(z''-z') = 0$$
$$Ax'' + By'' + Cz'' + D = 0$$

Aus der Combination dieſer drei Gleichungen kann man $x''$, $y''$, und $z''$ finden. Man findet nämlich:

$$x'' = \frac{(Cc - Bb)x' + Bay' + Caz' + Da}{Cc - Aa - Bb}$$

$$y'' = \frac{(Cc - Aa)y' + Abx' + Cbz' + Db}{Cc - Aa - Bb}$$

$$z'' = -\frac{(Bb + Aa)z' + Bcy' + Acx' + Dc}{Cc - Aa - Bb}$$

Wenn man in dieſen Ausdrücken $a'$, $b'$, $c'$ für $a$, $b$, $c$ ſubſtituirt, ſo hat man die Werthe von $x'''$, $y'''$, $z'''$; ſetzt man $a''$, $b''$, $c''$ für $a$, $b$, $c$, ſo hat man die Werthe von $x^{\text{IV}}$, $y^{\text{IV}}$, $z^{\text{IV}}$.

Die Länge der neuen Axe der $z$, von der neuen Coordinaten Anfangspunkte, deſſen Coordinaten $x'$, $y'$, $z'$ ſind, an, bis zu dem Durchſchnittspunkte der erſten Ebene mit dieſer Axe, deſſen Coordinaten $x''$, $y''$, $z''$ ſind, iſt, wenn wir ſie mit $p$ bezeichnen, nach einer Formel, die ich als bekannt vorausſez-

zen kann, und die überdieß nicht schwer zu entwikkeln ist: *)

$$p = \sqrt{\left((x''-x')^2+(y''-y')^2+(z''-z')^2+2(x''-x')(y''-y')\cos\lambda \right.}$$
$$\left. +2(x''-x')(z''-z')\cos\mu+2(y''-y')(z''-z')\cos\nu\right)$$

Eben so die Länge $q$ der neuen Axe der $x$, von dem Anfangspunkte der neuen Coordinatenaxen an, bis zum Durchschnittspunkte der ersten Ebene mit dieser Axe:

$$q = \sqrt{\left((x'''-x')^2+(y'''-y')^2+(z'''-z')^2+2(x'''-x')(y'''-y')\cos\lambda \right.}$$
$$\left. +2(x'''-x')(z'''-z')\cos\mu+(y'''-y')(z'''-z')\cos\nu\right)$$

und eben so dasselbe Stück auf der neuen Axe der $y$:

$$r = \sqrt{\left((x^{iv}-x')^2+(y^{iv}-y')^2+(z^{iv}-z')^2+2(x^{iv}-x')(y^{iv}-y')\cos\lambda \right.}$$
$$\left. +2(x^{iv}-x')(z^{iv}-z')\cos\mu+2(y^{iv}-y')(z^{iv}-z')\cos\nu\right)$$

Substituirt man diesen Gleichungen die oben gefundenen Werthe von $x''$, $y''$, $z''$, $x'''$, $y'''$, $z'''$, $x^{iv}$, $y^{iv}$, $z^{iv}$, so bekommt man, wenn man $Ax' + By' + Cz' + D$ mit $K$ bezeichnet, und

$$Cc - Bb - Aa = N$$
$$Cc' - Bb' - Aa' = N'$$
$$Cc'' - Bb'' - Aa'' = N''$$

setzt, folgende Werthe von $p$, $q$, $r$:

$$p = \frac{K}{N}\sqrt{\left(a^2 + b^2 + c^2 + 2ab\cos\lambda - 2ac\cos\mu - 2bc\cos\nu\right)}$$

$$q = \frac{K}{N'}\sqrt{\left(a'^2 + b'^2 + c'^2 + 2a'b'\cos\lambda - 2a'c'\cos\mu - 2b'c'\cos\nu\right)}$$

$$r = \frac{K}{N''}\sqrt{\left(a''^2 + b''^2 + c''^2 + 2a''b'\cos\lambda - 2a''c''\cos\mu - 2b''c''\cos\nu\right)}$$

*) Hier ist $\lambda$ der Winkel der Axe der $x$ mit der Axe der $y$, $\mu$ der Winkel der Axe der $x$ mit der Axe der $z$, und $\nu$ der Winkel der Axe der $y$ mit der Axe der $z$.

Wenn man in den Werthen von $K$, $N$, $N'$, $N''$, $A_{(1)}$ für $A$, $B_{(1)}$ für $B$, $C_{(1)}$ für $C$ und $D_{(1)}$ für $D$ ſetzt, ſo haben wir die Stücke der neuen Coordinatenaxen, von ihrem gemeinſchaftlichen Durchſchnittspunkte an, bis zu dem Punkte, wo ſie von der zweiten Ebene geſchnitten werden, deren Gleichung

$$A_{(1)}x + B_{(1)}y + C_{(1)}z + D_{(1)} = 0$$

iſt. Bezeichnet man dieſe Stücke mit $p_{(1)}$, $q_{(1)}$, $r_{(1)}$, und das, was aus $K$, $N$, $N'$, $N''$ wird, wenn man in deren Ausdrücken $A_{(1)}$ für $A$, $B_{(1)}$ für $B$, $C_{(1)}$ für $C$ und $D_{(1)}$ für $D$ ſetzt, mit $K_{(1)}$, $N_{(1)}$, $N'_{(1)}$, $N''_{(1)}$, ſo hat man

$$p_{(1)} = \frac{K_{(1)}}{N_{(1)}} \cdot \sqrt{\left(a^2 + b^2 + c^2 + 2ab\cos\lambda - 2ac\cos\mu - 2bc\cos\nu\right)}$$

$$q_{(1)} = \frac{K_{(1)}}{N'_{(1)}} \cdot \sqrt{\left(a'^2 + b'^2 + c'^2 + 2a'b'\cos\lambda - 2a'c'\cos\mu - 2b'c'\cos\nu\right)}$$

$$r_{(1)} = \frac{K_{(1)}}{N''_{(1)}} \cdot \sqrt{\left(a''^2 + b''^2 + c''^2 + 2a''b''\cos\lambda - 2a''c''\cos\mu - 2b''c''\cos\nu\right)}$$

Nun ſoll die Lage der neuen Coordinatenaxen ſo beſchaffen ſeyn, daſs ſie von den Kryſtallebenen in rationalen Verhältniſſen geſchnitten werden, daſs alſo $\frac{q_{(1)}}{p_{(1)}} : \frac{q}{p}$, $\frac{r_{(1)}}{p_{(1)}} : \frac{r}{p}$, $\frac{r_{(1)}}{q_{(1)}} : \frac{r}{q}$ rationale Gröſsen ſeyen. Es iſt aber nach dem Obigen

$$\frac{q_{(1)} \cdot p}{p_{(1)} \cdot q} = \frac{N' \cdot N_{(1)}}{N'_{(1)} \cdot N}$$

$$\frac{r_{(1)} \cdot p}{p_{(1)} \cdot r} = \frac{N'' \cdot N_{(1)}}{N''_{(1)} \cdot N}$$

$$\frac{r_{(1)} \cdot q}{q_{(1)} \cdot r} = \frac{N'' \cdot N'_{(1)}}{N''_{(1)} \cdot N'}$$

Wenn man alſo dieſe rationale Gröſsen mit $v$, $v'$, $v''$ bezeichnet, und für $N$, $N'$, $N''$, $N_{(1)}$, $N'_{(1)}$, $N''_{(1)}$ ihre

Werthe ſubſtituirt, ſo haben wir folgende drei Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{(Cc' - Bb' - Aa').(C_{(1)}c - B_{(1)}b - A_{(1)}a)}{(C_{(1)}c' - B_{(1)}b' - A_{(1)}a')(Cc - Bb - Aa)} &= v \\
\frac{(Cc'' - Bb'' - Aa'')(C_{(1)}c - B_{(1)}b - A_{(1)}a)}{(C_{(1)}c'' - B_{(1)}b'' - A_{(1)}a'')(Cc - Bb - Aa)} &= v' \\
\frac{(Cc'' - Bb'' - Aa'')(C_{(1)}c' - B_{(1)}b' - A_{(1)}a')}{(C_{(1)}c'' - B_{(1)}b'' - A_{(1)}a'')(Cc' - Bb' - Aa')} &= v''
\end{aligned}\right\} \text{(II)}$$

Das ſind die Bedingungsgleichungen, welche erfüllt ſeyn müſſen, damit Linien, deren Gleichungen

$$\begin{Bmatrix} c(x'-x) + a(z'-z) = 0 \\ c(y'-y) + b(z'-z) = 0 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} c'(x'-x) + a'(z'-z) = 0 \\ c'(y'-y) + b'(z'-z) = 0 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} c''(x'-x) + a''(z'-z) = 0 \\ c''(y'-y) + b''(z'-z) = 0 \end{Bmatrix}$$

ſind, und welche durch denſelben Punkt gehen, von Ebenen, deren Gleichungen

$$Ax + By + Cz + D = 0$$

$$A_{(1)}x + B_{(1)}y + C_{(1)}z + D_{(1)} = 0$$

ſind, ſo geſchnitten werden, daſs die Verhältniſſe der Stücke, welche zwiſchen dem Durchſchnittspunkte der Linien und den Durchſchnittspunkten der erſten Ebene mit dieſen Linien enthalten ſind, ſich rational verhalten zu den gleichnamigen Verhältniſſen der Stücke, welche zwiſchen dem Durchſchnittspunkte der Linien und den Durchſchnittspunkten der zweiten Ebene mit dieſen Linien enthalten ſind.

Dieſe Bedingungsgleichungen werden von allen Linien erfüllt, die aus dem Durchſchnitt anderer Ebenen deſſelben Kryſtalls entſtehen.

Denn es seyen

$$A_{(2)}x + B_{(2)}y + C_{(2)}z + D_{(2)} = 0$$
$$A_{(3)}x + B_{(3)}y + C_{(3)}z + D_{(3)} = 0$$
$$A_{(4)}x + B_{(4)}y + C_{(4)}z + D_{(4)} = 0$$

drei andere Ebenen desselben Krystalls, deren Durchschnittslinien ebenfalls durch die Gleichungen (I) gegeben seyen, so ist, nach einem bekannten Satze aus der analytischen Geometrie der Ebenen:

$$c' . c = A_{(3)}B_{(2)} - A_{(2)}B_{(3)}$$
$$b = A_{(3)}C_{(2)} - A_{(2)}C_{(3)}$$
$$a = B_{(2)}C_{(3)} - B_{(3)}C_{(2)}$$
$$c' = A_{(4)}B_{(2)} - A_{(2)}B_{(4)}$$
$$b' = A_{(4)}C_{(2)} - A_{(2)}C_{(4)}$$
$$a' = B_{(2)}C_{(4)} - B_{(4)}C_{(2)}$$
$$c'' = A_{(3)}B_{(4)} - A_{(4)}B_{(3)}$$
$$b'' = A_{(3)}C_{(4)} - A_{(4)}C_{(3)}$$
$$a'' = B_{(4)}C_{(3)} - B_{(3)}C_{(4)}$$

Also:

$$Cc = A_{(3)}B_{(2)}C - A_{(2)}B_{(3)}C$$
$$Bb = A_{(3)}C_{(2)}B - A_{(2)}C_{(3)}B$$
$$Aa = B_{(2)}C_{(3)}A - B_{(3)}C_{(2)}A$$
$$Cc' = A_{(4)}B_{(2)}C - A_{(2)}B_{(4)}C$$

und so fort.

Da nun bei allen Krystallebenen die Coëfficienten $A$, $B$, $C$, $A_{(1)}$, $B_{(1)}$, $C_{(1)}$, $A_{(2)}$, $B_{(2)}$, $C_{(2)}$ etc. sich rational zu einander verhalten, oder die Verhältnisse $\frac{A}{A_{(1)}}$, $\frac{A}{A_{(2)}}$, $\frac{A}{A_{(3)}}$ etc.; $\frac{B}{B_{(1)}}$, $\frac{B}{B_{(2)}}$, $\frac{B}{B_{(3)}}$ etc.; $\frac{C}{C_{(1)}}$, $\frac{C}{C_{(2)}}$ etc. rationale Gröſsen sind, so kann man den Werthen

von $Cc$, $Bb$, $Aa$, $Cc'$, $Bb'$, $Aa'$ etc. auch folgende Formen geben:

$$Cc = f \cdot ABC$$
$$Bb = g \cdot ABC$$
$$Aa = h \cdot ABC$$
$$Cc' = i \cdot ABC$$
$$Bb' = k \cdot ABC$$
etc.

wo $f$, $g$, $h$, $i$, $k$ etc. wieder rationale Gröſsen ſind.

Setzt man dieſe Werthe in die obigen Bedingungsgleichungen (II), ſo bekommt man wieder rationale Gröſsen; die Bedingungsgleichungen werden alſo von dieſen Linien erfüllt. Dieſs giebt uns folgenden allgemeinen Lehrſatz: Alle Durchſchnittslinien der Flächen, die an einem Kryſtall vorkommen können, und vorkommen, werden von dieſen Flächen in rationalen Verhältniſſen geſchnitten, und können als Axen für dieſelben dienen. Es verſteht ſich von ſelbſt, daſs man den Flächen eine ſolche Lage geben muſs, daſs ſie ſich in einem Punkte durchſchneiden; dieſs iſt immer möglich, denn man kann für jede Kryſtallebene eine ihr parallele ſubſtituiren, ohne daſs darum die Formeln eine Aenderung erlitten.

Alle in einem Flächenſyſtem möglichen Linien können alſo als Axen dienen; man hat nur diejenigen auszuwählen, welche ſich am einfachſten zur Geſammtheit der Flächen verhalten. Finden ſich unter dieſen Linien drei, die rechte Winkel mit einander machen, ſo kann man rechtwinklige Axen annehmen; und da in jedem Flächenſyſtem immer Linien möglich ſeyn werden, die dieſer Forderung wenigſtens

sehr nahe entsprechen, so können allerdings nur sehr genaue Beobachtungen fähig seyn, die Weissische Ansicht zu widerlegen.

Bei jedem Flächensystem, in welchem eine rechtwinklige Säule mit gerade angesetzter Endfläche vorkommt, oder vorkommen kann, werden drei rechtwinklige Linien schon an den äussern Umrissen der eben genannten Form sichtbar, und hier ist also die Weissische Ansicht vollkommen zulässig, wie beim Augit. Das beste Kennzeichen nimmt man aber von der Neigung der schiefen Endflächen gegen die Axe her. Wo das schiefe Octaëder mit rhombischer Basis, welches keine rechtwinkligen Dimensionen zuläst, die Grundform ist, stehen die Tangenten der Axen-Neigungen der Endflächen, deren Durchschnittslinien rechte Winkel mit der Axe machen (oder die in derselben horizontalen Zone liegen), in keinem rationalen und einfachen Verhältniss gegen einander; oder alle möglichen Kanten, die in derselben, durch die Axe gehenden, Ebene liegen, sind so beschaffen, dass die Tangenten ihrer Neigungen gegen die Axe sich rational zu einander verhalten. Man braucht also nur z. B. die Neigung einer vordern und einer hintern Endkante oder Endfläche gegen die Axe zu wissen, und zu untersuchen, in welchem Verhältnisse die Tangenten dieser Winkel zu einander stehen.

In sofern, wie wir eben bewiesen haben, dass jede Axe eines Krystalls auch äusserlich als Kante auftreten kann, kann man das Complement zu dem Winkel, welchen Mohs Abweichung nennt, zu 90°, als die Neigung einer Endkante gegen die Axe ansehen. Wenn also das Product der Cotangente der Abwei-

chung und der Cotangente der Neigung irgend einer vordern oder hintern Endkante gegen die Axe eine rationale und einfache Gröſse ist, so ist ein gerades Octaëder als Grundform zuläſsig. Es wird hier nicht am unrechten Orte seyn, die Fossilien aus diesem Krystallisationssystem, denen Mohs eine Abweichung giebt, zusammenzustellen, und zu untersuchen, in wiefern die Messungen der Weiſsischen Ansicht (daſs die Abweichung überall gleich Null gesetzt werden könne) günstig seyen oder nicht.

Für den *Epidot* glaube ich durch meine eigenen Messungen hinlänglich bewiesen zu haben, daſs ein gerades Octaëder zuläſslich ist; denn ich fand, wenn man eine den Flächen *n* parallele Linie als verticale Axe annimmt (diese ist es, welcher Mohs eine Abweichung von 33′ giebt), daſs die Fläche *M* unter 63° 47′,5; die Fläche *T* aber unter 50° 38′ gegen diese Axe geneigt sey: das Verhältniſs der Tangenten dieser Winkel ist 1,66673, welches der Zahl 1,666666 . . . oder $\frac{5}{3}$ so nahe kommt, als man nur wünschen kann.

Für den *Sphen* verweise ich auf die Arbeit von Rose, der seine Formen ebenfalls auf ein gerades Octaëder reducirt hat.

Beim *Euklas* fand ich die Neigung von *f* zu *T* = 127° 7′, die Neigung von *s* zu *T* = 122° 35′, die Neigung von *s* zu *f* = 159° 59′,5 *). Berechnet man hieraus die Neigung der vordern Endkante, welche

*) Die Bezeichnungen der Krystallflächen sind dieselben, die Haüy in der 2ten Ausgabe seines Handbuchs der Mineralogie gebraucht hat.

vom Durchſchnitt der Flächen $f, f$ gebildet wird, gegen die Axe, und hierauf die Neigung zweier hypothetiſcher Octaëderflächen, die ſich in derſelben Endkante ſchneiden, und die auf die Säulenflächen $s, s$ gerade aufgeſetzt ſind, ſo findet man, daſs die Tangente der Hälfte dieſer letztern Neigung ſehr nahe $\frac{2}{3}$ Mal ſo groſs iſt, als die Tangente der halben Neigung von $f$ zu $f$; ſo nahe, daſs, wenn man umgekehrt aus dieſem Verhältniſs und den Neigungen von $f$ zu $f$ und $s$ zu $s$ die Neigung von $f$ zu $s$ berechnet, man dieſe letztere gleich 140° 5′ findet, ſo daſs alſo Rechnung und Beobachtung nur um 5′,5 von einander abweichen. Man ſieht alſo, daſs man dem Euklas auch ein gerades Octaëder (deſſen Flächen auf die geraden Abſtumpfungen der Baſiskanten gerade aufgeſetzt ſind) zur Grundform geben kann.

Bei den übrigen Subſtanzen, die zu dieſem Syſtem gehören, will ich Mohs's eigne Angaben der Rechnung zum Grunde legen.

Beim *Glauberſalz* iſt das Product der Cotangenten der Abweichung und der Neigung der vordern Endkante gegen die Axe gleich 1,2215 alſo ſehr nahe 1,25 oder $\frac{5}{4}$.

Beim *Glauberit* iſt die Neigung von $f$ zu $f$ = 120° 22′, die halbe Neigung von $M$ zu $M$ = 40° 3′, Die Neigung von $M$ zu $P$ = 104° 28′. Bezeichnet man den erſten Winkel mit $B$, den zweiten mit $g$, den dritten mit $C$, den halben ebenen Winkel aber, den die Baſiskanten des ſchiefen Octaëders vorn mit einander machen, (oder die halbe Neigung der Kanten $D, D$) mit $\gamma$, ſo findet man leicht, vermöge der Formel

$$\cos \gamma = \frac{\cos g}{\sin C}$$

erſt $\gamma = 37° \; 45',8$, dann, indem man die Neigung der Endkante, die die Flächen $f$ mit einander bilden, gegen die Axe mit $r$, und die Abweichung $= 22° \; 49'$ mit $\alpha$ bezeichnet, vermöge der Formel

$$\cos (r + \alpha) = \frac{\tang \gamma}{\tang \frac{1}{2} B}:$$

$r = 40° \; 49',6$. Nun iſt aber $\cot r \, . \cot \alpha = 2,7515$, alſo ſehr nahe 2,75 oder $\frac{11}{4}$.

Beim *Eiſenvitriol* iſt die Neigung von $s$ zu $s$ oder $B = 101° \; 35'$, die Abweichung $\alpha = 14° \; 20'$, die halbe Neigung von $P$ zu $P$ oder $g = 41° \; 10',5$, die Neigung von $P$ zu $P'$ endlich oder $C = 99° \; 23'$. Man findet durch die eben angeführten Formeln erſt $\gamma = 40° \; 16,7$, dann $r = 31° \; 56'$; endlich $\cot r \, . \cot \alpha = 6,2795$ oder ſehr nahe 6,25 oder $\frac{25}{4}$.

Nach Mitscherlich's Meſſung (ſ. Annales des Mines, Tome IX. p. 148) verhalten ſich die Tangenten der Neigungen der vordern und hintern Endfläche gegen die Axe, beim *arſenikſauren Ammoniak*, wie 4,92 zu 2 oder ſehr nahe wie $\frac{5}{2}$.

Den übrigen zum zwei- und eingliedrigen Syſtem gehörigen Foſſilien, deren Kryſtalliſation hinlänglich bekannt iſt, giebt Mohs ſelbſt keine Abweichung: obgleich dieſs für manche, z. B. für den Gyps, noch nicht hinlänglich bewieſen zu ſeyn ſcheint.

(Beſchluſs im nächſten Heft.)

# VI.

## *Ueber das Mosaïsche Gold der HH. Hamilton und Parker.*

Diese Legirung, welche wegen ihrer äussern Aehnlichkeit mit dem reinen Golde in England viel Aufsehen erregt hat, soll von Hrn. Hamilton schon vor 20 Jahren erfunden seyn, und zwar auf Veranlassung einer Stelle in der heiligen Schrift, weshalb er auch dieser Mischung den Namen: *Mosaïc-Gold* (oder Or-Molu) gegeben hat. Seitdem hat der Erfinder die Zusammensetzung seiner Legirung verbessert und sich mit Hrn. Parker verbünden, um dieselbe im Grofsen zu bereiten. Nach einem auf der Insel Wight gemachten Versuche, wo man des Vergleiches halber ein Stück mosaïschen Goldes und ein Stück Bronze auf mehrere Wochen der feuchten Meeresluft aussetzte, soll das erstere weit weniger anlaufen als die letztere; daher es denn, weil es zugleich sehr wohlfeil ist, bei Verzierungen aller Art statt der Bronze eine vortheilhafte Anwendung finden kann. Zu solchen Zwecken ist die Legirung auch gleich anfänglich, in dem Schlosse zu Windsor, im Palaste von Buckingham und am Monument von Waterloo, angewandt worden, und diess mag wohl am meisten dazu beigetragen haben, ihr einen Ruf zu verschaffen, den sie in anderer Hinsicht nicht verdient, da sie ihrer Mischung nach keineswegs neu ist, sondern im Wesentlichen mit dem Prinzmetall zusammentrifft. Die Vorzüge des Mosaïschen Goldes scheinen hauptsächlich von dem Verfahren bei seiner Bereitung abzuhängen; die Patentinhaber geben darüber nachstehende Vorschrift: Man nehme gleiche Mengen von *Zink* und *Kupfer* und schmelze sie bei der niedrigsten Temperatur, bei der das Zink noch schmilzt. Nachdem diese durch Umrühren vollkommen mit einander gemischt sind, setze man noch Zink in kleinen Portionen hinzu, so lange, bis die Mischung, durch das Messinggelbe, Purpurrothe, Violette hindurchgegangen, eine völlig weisse Farbe angenommen hat. Diese Farbe ist zur Vollkommenheit des mosaïschen Goldes nöthig. Es kann alsdann in die verlangte Form ausgegossen werden und besitzt nach dem Erkalten das Ansehen einer Legirung von Gold und Kupfer. Die gröfste Kunst bei der Verfertigung des mosaïschen Goldes ist: die Temperatur möglichst niedrig zu halten. Geschieht diess nicht, so verflüchtigt sich ein Theil Zink und man bekommt als Product nur das sogenannte harte Loth. Dieserwegen wird der Charakter des mosaïschen Goldes auch leicht durchs Umschmelzen verändert. Es besteht übrigens aus 100 Thl. Kupfer und 52 bis 55 Thl. Zink. (Nach dem Edinb. Journ. of Sc. N. X. p. 344. Ferussac Bullet. Sc. techn. T. V. 283. VI. 86.)

# VII.

## *Bemerkungen über das Geschlecht des Feldspath-Grammit's und Beschreibung des Oligoklas, einer neuen Spezies desselben;*

von

August Breithaupt.

### 1.

### Neueste Geschichte der Feldspathe.

In der wahren Kenntniſs um die Vielfältigkeit des Feldſpaths hat Herr Dr. Gustav Rose *) die Bahn gebrochen. Er unterſchied bekanntlich vier Spezien: Feldſpath, Albit, Labrador, Anorthit. Er überſah aber das Symmetrie-Geſetz ſeiner erſten Spezies, indem er dieſelbe noch hemiëdriſch nahm, da ſie doch ſo gut wie die andern tetartoëdriſch iſt, was ich in meiner im Frühjahre 1813 erſchienenen zweiten Auflage der vollſtändigen Charakteriſtik des Mineral-Syſtems bewieſen zu haben glaube, und worauf ich unten bei dem Artikel Orthoklas nochmals kommen werde. Ferner ordnete ich den Petalit zu den Feldſpathen, und die Unterſuchung der mir zu Gebote ſtehenden Abänderungen derſelben führte mich zu der Entdeckung einer neuen Spezies, des Periklins. Hierauf that Herr Prof. C. G. Gmelin **) die Selbſtſtändigkeit dieſer Spezies von der chemiſchen Seite dar.

*) Gilbert's Annalen d. Phyſik 1823. St. 2.

**) Kastner's Archiv der Naturlehre 1824. H. 1.

Ich setze das Resultat seiner Analyse noch mit hieher, da ich dasselbe in einigen seit der Zeit erschienenen Mineralogieen vermisse. Der Periklin von Zöblitz besteht nämlich aus

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Kieselerde | 67,9402 | enthalten | 34,174 | Sauerstoff |
| Thonerde | 18,9324 | — | 8,841 | — |
| Natron | 9,9858 | — | 2,554 | — |
| Kali | 2,4116 | — | 0,409 | — |
| Kalkerde | 0,1501 | | | |
| Eisenoxydul | 0,4812 | | | |
| Glühungsverlust | 0,3600 | | | |
| | 100,2613 | | | |

Die Formel für diese Zusammensetzung ist mithin $\left.\begin{matrix}N\\K\end{matrix}\right\} S^3 + 3 AS^3$, und wirklich hatte ich eine Verbindung von $3 AS^3 + xS^3$ oder $3 AS^3 + \left.\begin{matrix}x\\y\end{matrix}\right\} S^3$ in meiner Schrift S. 274 vorausgesagt, wenn x und y irgend Alkalien bezeichnen.

Herr BCRath Mohs *), meine Arbeiten über Feldspathe (so wie fast alle meine mineralogischen Forschungen, die ich nach Schlufs der Fortsetzung der Hoffmann'schen Mineralogie dem Publikum übergeben) ignorirend, hat den Orthoklas zwar auch noch hemiëdrisch genommen, obwohl er bei Gelegenheit des Petalits sagt, dafs Spaltungsflächen von verschiedener Beschaffenheit nicht zu einer einfachen Form gehören, und obwohl eine solche Verschiedenheit, wie sie seinem $(\check{P}r + \infty)^3$, d. i. den Flächen *T* und *l*, zukommt, noch von keinem mit Wahrheitsliebe forschenden Mineralogen geleugnet worden ist. — Was

*) Dessen Grundrifs der Mineralogie B. II.

ich als Periklin charakterisirt hatte, führt Herr BCRath Mohs ½ Jahr später als Feldspath von der Saualpe auf. Den Anorthit übergeht er.

Herr Professor Hessel *) erkennt sowohl meine Zusammenstellung der Feldspathe, als auch die Existenz der einzelnen Spezies an. In seiner Abhandlung finden sich manche interessante Bemerkungen, auf die ich zum Theil hier nochmals kommen werde. Den Namen *Orthoklas* für den Kali-Feldspath vertauscht er jedoch mit dem früher von Haüy in Vorschlag gebrachten *Orthose*, der meines Bedünkens weniger gut klingt. Herr Prof. Hessel sucht ferner *eine* chemische Formel für *alle* Feldspathe, und findet auch eine zweigliedrige. Aber sie ist nicht allein weitschichtig, sondern unter gewissen Umständen bekommt das erste, und unter andern Umständen das zweite Glied den *o* Werth, und der Hauptzweck jeder chemischen Formel, die unmittelbare Anschauung der Art von binären Verbindungen geht dabei verloren.

### 2. *Allgemein krystallographische Bemerkungen.*

Durch die Mohs'sche Vorstellung von der tetartoëdrischen Abtheilung des Rhombensystems scheint allerdings die Theorie desselben einer bedeutendern Ausbildung fähig als früher. Indessen was für den Calcul sehr ersprießlich ist, möchte nicht allemal bei der Darstellung des Wirklichen auch nöthig seyn. Und so bleibe ich vor der Hand bei Annahme von Primärformen aus Flächen verschiedenen Werthes und die alle und grofsentheils stets zu sehen sind, als dafs ich

*) v. Leonhard's *Zeitschrift für Mineralogie*, Jahrg. 1826. H. 4.

ſolche annähme, von denen die Natur gar nichts oder nur zuweilen und ſehr untergeordnet den vierten Theil ſehen läſst. Es ſcheint keineswegs conditio sine qua non jeder Primärform, daſs ſie eine einfache Form ſey. Da, wo die Syſteme eine ſolche geſtatten, iſts eine andre Sache. Gewiſs aber gewinnt die Betrachtung tetartorhombiſcher Kryſtalliſationen an Einfachheit, wenn man nur ſolche Flächen zu den Seitenflächen des primären ſchiefen rhomboïdiſchen Prisma wählt, welche als die erſte Pyramide von unendlich langer Axe erſcheinen. Und in ſofern conſtruire ich ferner nicht mehr die Primärform eines Feldſpaths aus den Flächen *PMT*, ſondern aus denen *PMl*, wobei *P* als ſchiefe Baſis dient und $T$ und $l = \infty a : b : c$.

Ich erlaube mir hierbei mein Glaubensbekenntniſs über die *Zahl* der Kryſtalliſations-Syſteme, nota bene der wirklich exiſtirenden, abzulegen.

Es iſt ausgemacht, daſs, wenn man das Rhomben-Syſtem als Homorhomben-, Hemirhomben- und Tetartorhomben-Syſteme unterſcheiden will, dieſe 3 Syſteme untereinander gewiſs in einer viel gröſsern Verwandtſchaft ſtehen, als die übrigen drei untereinander und zu dem Rhomben-Syſteme. In den Teſſeral- und Tetragonal-Syſtemen hat man homoëdriſche und hemiëdriſche Combinationen; im Hexagonal-Syſteme homoëdriſche, hemiëdriſche und tetartoëdriſche. In der That ſteht aber das Hexagonal-Syſtem keinem andern ſo nahe, als dem Rhomben-Syſteme, beſonders dann, wenn ſich die Winkel der primären Baſis 120° und 60° nähern. Iſt es doch bekannt genug, wie ſchwierig die Glimmer nach ihren Kryſtalliſations-Syſtemen zu unterſcheiden ſind, und gewiſs ſind hier

noch die richtigen Erkennungen ſeltner, als die Verwechslung, wenn, wie es mir immer wahrſcheinlicher wird, der meiſte Glimmer hemirhombiſch oder tetartorhombiſch iſt. Hat man doch auch den Molybdänglanz allgemein hexagonal genommen, und ich kann ihn nicht anders als für rhombiſch erklären. Mit dem Rothzinkerz iſt es umgekehrt, das hat man für rhombiſch genommen und es iſt hexagonal.

Bei dieſen Ueberzeugungen und Erfahrungen, und nach Beendigung vieler darauf bezüglichen Meſſungen, beharre ich in der Annahme von *nur vier Kryſtalliſations-Syſtemen* und behalte dabei die Analogie, jene glückliche Führerin aller Naturforſchung, die Analogie der Syſteme in ihren Abtheilungen untereinander.

Nach dieſer Vorausſchickung komme ich noch auf einen *Unterſchied der tetartorhombiſchen Primärformen*, den ich Unterſchied *nach linker und rechter Neigung* nennen will. Stellen wir jedes primär ſchiefe rhomboïdiſche Prisma ſo, daſs die lange Diagonale von der linken zur rechten in der Zeichnung horizontal liegt, und daſs der ſtumpfe Winkel, den die brachydiagonale Ebene (*M* bei den Feldſpathen) mit der ſchiefen Baſis (*P*, welche oben nach vorn gekehrt iſt) macht, links oben ein ſtumpfer iſt, ſo entſpricht die vollkommnere laterale Spaltungsfläche der Primärform entweder der vorn links oder der vorn rechts liegenden Fläche, nie aber beiden zugleich. Sie liegt links oder am ſtumpfen Winkel der Flächen *P* auf *M*, bei Petalit, Periklin, Tetartin, Orthoklas und Oligoklas Fig. 10. Taf. I.; ſie liegt rechts oder am ſcharfen Winkel der nur genannten Flächen bei Labrador und An-

orthit, Fig. 11. Taf. I., wo die Fläche *o* weggelaſſen würde, weil ich ſie hier nicht als Spaltungsfläche kenne. Dieſer Unterſchied konnte natürlich nicht gefunden werden, ſo lange man den Feldſpath für hemiëdriſch nahm. — Die Sache läſst ſich auch und zwar am angemeſſenſten ſo darſtellen: Bringt man die vollkommenſte Spaltungsrichtung von den zweien lateralen *T* und *l* (wenn nach beiden Spaltbarkeit zu bemerken) zur Linken, oder ſtellt man die laterale Spaltungsrichtung der Primärform (wenn nur eine zu ſehen iſt (*T*)) links, und die ſchiefe Baſis oben nach vorn; ſo iſt bei Petalit, Periklin, Tetartin, Orthoklas und Bondit die Neigung der Fläche *P* auf *M* links, und bei Labrador und Anorthit rechts. Es giebt alſo *linksgeneigte* und *rechtsgeneigte* Primärformen, ungerechnet, daſs ſie oben nach vorn auch noch, alſo wirklich doppelt, geneigt ſind. Hier iſt es alſo nichts mit der Annahme von drei ſenkrecht aufeinander ſtehenden Axenrichtungen, dieſe ſtehen wirklich nur ſchief aufeinander.

Es läſst ſich nicht leugnen, daſs im Rhomben-Syſteme das Homoëdriſche mit dem Aufrechten, das Hemiëdriſche mit dem Gebückten und das Tetartoëdriſche mit dem Schiefen des Menſchen verglichen werden könne, ohne die Sache ins Lächerliche oder Myſtiſche ziehen, noch weniger, um damit etwas Sonderbares ſagen zu wollen. Ich laſſe die Sache reden und der Vergleich ſoll hier nur zur Verdeutlichung dienen, ja *ohne den Vergleich iſt die Sache nicht zu erklären.* Dabei würde ſich ferner ergeben, daſs das Gebückte wohl ohne das Links- oder Rechtsgeneigte, das Schiefe aber nicht ohne das Gebückte Statt finde.

Und so ist es in der That beim Menschen. Daſs sich im Menschen die rechte Seite öfters mehr ausbilde als die linke und daher die rechten hohen Schultern häufiger als die linken hohen Schultern sind, ist anatomisch sehr erklärlich. Ob es aber mehr als ein Zufall sey, daſs auch bei den tetartorhombischen Mineralien der gröſsere Theil links geneigt sey? diese Frage weiſs ich nicht zu beantworten.

Paſst aber überhaupt mein hier gezogener Vergleich, so wird man es auch wohl einleuchtend finden, daſs Tetartorhomben-, Hemirhomben- und Homorhomben-Systeme nicht eigentlich drei wesentlich verschiedene, sondern nur drei Abtheilungen eines und desselben Systems sind, die sich sogar in der Beobachtung oft verwechseln lassen, wenn diese nicht äuſserst genau ist. Antholith (Werner's strahliger Anthophyllit), Euklas und andere Mineralien sind auf das Bestimmteste tetartorhombisch, und doch nahm man sie zeither als in andere Abtheilungen gehörig. Malachit und Halochalzit (Salzkupfererz) sind wahrscheinlich ebenfalls tetartorhombisch, und haben auch ganz die Spaltbarkeit wie Orthoklas.

Der Unterschied von linker und rechter Neigung läſst sich wohl ferner mit dem Links- und Rechtsgewundenen der trapezoëdrischen Flächen am Quarze vergleichen, vielleicht auch in einer andern Beziehung der Spaltbarkeit mit makroaxen und brachyaxen Gestalten, m. s. meine vollst. Charakteristik S. 68. In England hatte man schon versucht, hiernach den Quarz in zwei Spezien zu sondern, weil ihre optische Differenz sehr groſs ist.

Aus dem Links- und Rechtsgeneigtseyn der Feld-

ſpathe lieſse ſich noch mehr folgern. Nach den in meiner Schrift §. 19. aufgeſtellten klaſſifikatoriſchen Grundſätzen ſollen' nur makroaxe oder nur brachyaxe Primärformen in ein Geſchlecht geordnet werden. Und ſo könnte man auch nur ſolche tetartoëdriſche Subſtanzen in ein Geſchlecht zählen, wo die erſten lateralen Flächen der Primärformen nur eine *gleichnamige Lage* *) haben. Sonach lieſsen ſich die Feldſpathe in zwei Geſchlechter ſondern, die weiter durch ſpecifiſches Gewicht vielleicht ſelbſt optiſch unterſchieden werden könnten. Wenigſtens iſt ſo viel erwieſen, daſs der Labrador die Farbenwandlung in der makrodiagonalen Richtung zeigt, der Orthoklas hingegen in der brachydiagonalen, welches Verhalten im geringern Grade auch dem Petalit zukommt. Endlich iſt es zugleich höchſt merkwürdig, daſs dieſe mineralogiſch ganz ungeſuchte Erklärung der Zweierleiheit des Geſchlechts der bekannten chemiſchen Zuſammenſezzung entſpricht, namentlich da die eine kryſtallographiſch gleichnamige Abtheilung, nämlich die der linksgeneigten Feldſpathe, ſtets aus einem Antheile Alkali $S^3$ mit $3 AS^3$ zuſammengeſetzt iſt, und die zweite Abtheilung mit rechtsgeneigten Primärformen von jener, im Gehalte abweicht, unter ſich aber wieder ähnlicher iſt.

Indeſſen hat gewiſs jeder Syſtematiker ſchon die Erfahrung gemacht, daſs die Glieder einer Klaſſifikationsſtufe nicht immer gleichen Allgemeinheitswerth

*) Es iſt auch merkwürdig, daſs nur bei tetartorhombiſchen Subſtanzen Zwillinge mit paralleler Hauptaxe von *gleichnamigen* Individuen vorkommen.

haben. Die Natur wird unter wiſſenſchaftlichen Formen im Syſteme betrachtet, die ihr nicht in jedem Falle gleich angemeſſen ſind. Und ſo ſcheint ſich's hier zu verhalten. Ich mag darum nicht leugnen, daſs ich über die Anerkennung der Einerleiheit oder Zweierleiheit des Geſchlechts noch ſchwanke. Trennt man Labrador und Anorthit wirklich von den übrigen, ſo beſteht wieder in jeder Beziehung eine ſo feine und ſchwache Geſchlechts-Differenz als nirgendwo. Und aus dieſem Grunde halte ich zur Zeit die Verkettung aller Spezien in ein Geſchlecht für eben ſo verantwortlich, als die Trennung in zwei Geſchlechter.

### 3. Ueber die Reihe der einzelnen Spezien.

Die Reihe der Feldſpath-Spezien iſt folgende: 1) Petalit, 2) Periklin, 3) Tetartin, 4) Orthoklas, 5) Oligoklas, ſämmtlich mit links geneigten Primärformen; und 6) Labrador, 7) Anorthit, beide mit rechts geneigten Primärformen.

Sie findet Statt nach dem Verhältniſſe der Abnahme deutlicher lateraler Spaltungsrichtungen der Primärformen, und ſie hält faſt gleichen Schritt mit der Zunahme des ſpecifiſchen Gewichts. Warum der Tetartin zwiſchen Periklin und Orthoklas zu ſtellen war, wird ſogleich klar werden.

Uebrigens will ich hiebei bemerken, daſs, wenn ſchon Axinit, Euklas, Diploit, Porzellanſpath etc. in mancher Beziehung den Feldſpathen ähnlich ſind, ſie ſich doch nicht zur Vereinigung mit denſelben in ein Geſchlecht qualifiziren.

Ich gehe nun zur *Betrachtung der einzelnen Spezien über.*

### 4. Petalit.

Obwohl ich nur unausgezeichnete Stücke unterſuchen konnte, ſo habe ich mich doch davon überzeugt, daſs ihm eine regelmäſsige Zuſammenſetzung zukommt, ähnlich der beim Tetartin und Labrador ſo frequenten, wobei *M* zweier Individuen aneinander gewachſen ſind. Dieſes Verhältniſs und beſonders eine bei allen links geneigten Feldſpathen neu aufgefundene Spaltungsrichtung haben mich den Petalit in einer andern vertikalen Stellung erkennen laſſen, als ich ihn früher betrachtete. Die vollkommenſte der drei deutlichen Richtungen, welche durch ihren Perlmutterglanz bald zu erkennen iſt, muſs gleich wie bei allen Feldſpathen als ſchiefe Baſis *P* betrachtet werden; die zweite deutliche, welche mit jener ungefähr einen Winkel von 117° macht, entſpricht der Fläche *T* und iſt alſo wirklich eine laterale; die dritte deutliche entſpricht einer Viertelpyramide, (gleicher Stellung mit *T* und) der Fläche *o* in den Zeichnungen. Die verſteckte, ſonſt als ſchief baſiſch genommene Richtung gehört der Fläche *M* an.

### 5. Periklin.

Den *Periklin* hatte ich nach der Abänderung von Zöblitz beſtimmt in Spaltungsgeſtalten einfacher Individuen; allein den Hauptwinkel zwiſchen *P* und *M* hatte ich immer nur ſehr unvollkommen finden können. Neuerlich bekam ich zwei deutlicher ſpaltende Abänderungen, eine aus dem St. Gottharder Gebirge mit Glimmer und Rutil, und die andere aus dem Pfunderthale, Zweig des Puſterthales in Tirol. Die-

jenigen Winkel, die ich bis jetzt mit erforderlicher Genauigkeit messen konnte, fand ich:

*P* auf *M* = 93° 19′
*P* auf *T* = 114° 45′

Erstern Winkel maſs ich an Zwillingsbruchstücken, so daſs die Flächen *P* auf das deutlichste spiegelten, mit einer Differenz von nur 3 Minuten. Ich nehme also die frühere Bestimmung jenes Winkels gänzlich zurück.

Als das Auszeichnende dieser Spezies habe ich gleich anfangs die vollkommnere Spaltung nach *T* zunächst der nach *P* angegeben. Allein auch beim Periklin findet sich die Richtung *o* zuweilen wieder, im Sonnenstrahlenlichte oder des Abends am Kerzenlichte stets zu beobachten. — Daſs der Periklin auch nach der Fläche *l* spalte, hat Herr Prof. Hessel bezweifeln wollen; allein er hat wahrscheinlich Tetartin für Periklin gehalten.

Die Gränzen des specifischen Gewichts habe ich auch in den neuen Abänderungen bestätigt gefunden, ich gebe sie zu 2,53 bis 2,56.

*Nachtrag.* Ueber den *Klingstein* war man bisher ganz in Zweifel, welcher Spezies er zuzuzählen sey. Allein es scheint, daſs wir nun in der Kenntniſs von diesem, schon wegen seines geognostischen Verhaltens und wegen seiner Frequenz merkwürdigen, Minerale etwas vorgerückt sind. Herr Dr. Struve hat es nämlich für seine gründliche Nachbildung der natürlichen Heilquellen nöthig gefunden, die Mineralien und Gebirgsarten zu analysiren, aus oder neben welchen sie mit herauskommen. Die Resultate dieser

Zerlegung findet man in diesen Annal. Bd. 83. S. 348 angegeben. Es ist ferner eine auffallende Erscheinung, dass der verwitterte Klingstein bedeutend weniger Natron, dann auch etwas weniger Thonerde und Eisenoxydul mit Phosphorsäure, aber mehr Kieselerde und Kali enthält, als der frische.

Ich nahm nun folgende Wägungen von Klingsteinen vor, nachdem ich sie von allem Fremdartigen, so gut wie das möglich war, befreit hatte. Die Stücke waren rein von dem porphyrartig inneliegenden glasigen Feldspath (m. s. unten Artikel Orthoklas), auch nach dem schiefrigen und anderen Klüften wohl zerkleint.

2,487 Das Mittel zwischen lichte olivengrün und grünlichgrau haltender *muschliger Klingstein*, mit rothen Flecken (auf den Klüften schwarz), nicht ganz frisch; von der Schäferei zu Whisterschan bei Teplitz.

2,537 Rauchgrauer *schiefriger Klingstein*, frisch, und aus schuppig blättrigen, in einander verschwimmenden Theilchen zusammengesetzt; vom Schlossberge bei Teplitz.

2,541 Rauchgrauer, wenig ins Grünlichgraue geneigter, *desgl.*, sehr frisch und von derselben Beschaffenheit; vom Eichberge bei Zittau in der Ober-Lausitz.

2,545 Lauchgrüner *muschliger Klingstein*, sehr frisch; von der Schäferei zu Whisterschan.

2,577 Dunkel und schmuzig berggrüner, *unvollkommen schiefriger Klingstein*, frisch, aber nicht rein von kleinen schwarzen Pünktchen, welche unter dem Vergrößerungsglase Augit zu seyn schienen; vom Bortzen (Borschen) bei Bilin in Böhmen.

Betrachten wir den ersten als nicht hinlänglich frisch, und den letzten als nicht hinlänglich rein; so hat der

Klingſtein das ſpecif. Gewicht 2,53 bis 2,54, wodurch er ſich weder vom Orthoklas, noch vom Periklin unterſcheidet. Vergleichen wir nun ſeine chemiſche Zuſammenſetzung mit denen dieſer Feldſpathe, ſo entſcheiden wir uns ſogleich für die gröſsere Aehnlichkeit mit Periklin. *Klingſtein* iſt alſo ſehr wahrſcheinlich ein durch Bildungsart im Aeuſsern modifizirter und durch Beimiſchung von Säuren und Erden verunreinigter *Periklin.* Zwar enthält er zu wenig Kieſelerde, um die Baſen als Triſilikate ſofort betrachten zu dürfen; allein die Säuren machen wohl auch einen ziemlichen Theil Kieſelerde entbehrlich.

Ich habe deutliche Uebergänge aus dem Klingſtein mit ſeinen Gemengen, d. i. aus dem Porphyrſchiefer in den ſogenannten Flöztrapp-Porphyr geſehen, z.B. auf dem Johnsdorfer Berge bei Zittau, zuweilen auch mit Andeutung zum Bimsſteinartigen *), und ich zweifle nicht, daſs der ungariſche porphyrartige Bimsſtein die nämliche Subſtanz zur Baſis habe. Auch dem Porphyr von Drachenfels ſcheint ein poröſer Klingſtein zur Hauptmaſſe zu dienen. Und ſo möchte es mit manchen Bimsſteinen und Drachyten der nämliche Fall ſeyn. Daſs bei der Poroſität das Fettige im Glanze, was der dichte friſche Klingſtein zeigt, verloren geht, darf nicht befremden.

*) Bimsſtein kann nicht eine beſondere Mineral-Spezies bezeichnen, ſondern einen gewiſſen Zuſtand. Der meiſte Bimsſtein und der ausgezeichnetſte iſt Obſidian, einiger Pechſtein und andrer wohl Periklin.

6. Tetartin.

Beim Tetartin (den ich keineswegs Albit nennen möchte, da eine früher benannte Spezies Albin heifst, und die Mehrzahl der mir bekannten Varietäten nicht weifs, sondern farbig ist) hat uns Hr. Dr. G. Rose die Winkel sehr genau und vollständig bestimmt. Davon habe ich mich jüngst nach zahlreichen Messungen überzeugen können. Ich lernte nämlich eine Varietät kennen, welche mir anfangs wie eine neue Spezies vorkam. Sie findet sich in gangähnlichen Trümmern eines sonderbaren Sienits, der bei Borstendorf zwischen Freiberg und Zschopau als Lager im Gneise liegt. Dieser Tetartin ist deutlich spaltbar 1) nach *P*, 2) nach *M*, 3) nach *T* und 4) nach *o*, unvollkommen 5) nach *l*. Die erste Spaltungsgestalt, welche ich schlug, fiel so aus, dafs ich die parallelen Combinations-Kanten zwischen *o*, *P* und *T* als Seitenflächen eines Prisma erhielt, und nun war die deutlichste Richtung natürlich eine laterale brachydiagonale geworden. Gerade so ist es mir und allen Mineralogen früherhin beim Petalit ergangen. Ich fing an zu messen und bekam genau die Winkel wieder, wie sie Hr. Dr. G. Rose angiebt, ja an Zwillingen fand ich den Winkel *P* auf *M* zu 93° 36′ *mit gar keiner Differenz*, was mich recht sehr freute. Die Richtung *T* ist oft nur um ein Geringes weniger vollkommen als die Richtung *M*, daher sind Tetartin und Periklin wohl mit einander zu verwechseln. Der Unterschied wird sich durchs Gewicht stets leicht ergeben. Es war mir neu, dafs der Tetartin so deutlich nach *T* spalte und auch nach *o*. Ich ging nun alle Tetartine darauf durch und fand dafür Bestätigung. Aber den gerad-

blättrigsten, den ich zeither dafür genommen, fand ich nur undeutlich nach *T*, *l* und *o* spaltbar. Diese Abänderung war eine grofsblättrige von Arendal in Norwegen, welche ich der Güte des Herrn Dr. Bondi verdanke. Die gewöhnlichen strahligen Tetartin-Abänderungen der Granite von Finbo, Kimito, Penig, Rozena etc. liefsen sich darauf nicht untersuchen, sie stimmen aber mit dem Borstendorfer Feldspath und mit anderen, wo jene Spaltungen deutlich sind, im Gewicht und in der Härte überein. Man hat also die Deutlichkeit der Spaltungsflächen *T* und *o* mit in die Charakteristik des Tetartins aufzunehmen. Nur die erwähnte Arendaler Abänderung — nicht die gewöhnliche von da — gab sich als eine neue Spezies zu erkennen, die ich sogleich näher abhandeln werde. Man überzeugt sich nun auch leicht, warum der Tetartin zwischen Periklin und Orthoklas zu stellen war.

Ich hielt es für nöthig, die wirklich als Tetartin erkannten Feldspathe noch durch Wägungen genauer zu prüfen, und fand folgende Resultate:

2,609 Schön frisch fleischrother von Skogbohle im Kimito Kirchspiele in Finland, wo er mit zweiaxigem Glimmer und Quarz Granit bildet.

2,6097 Dunkel gelblich- bis röthlich-weifser, gebrochen blättrig, ebenfalls deutlich spaltbar nach *T* und nach *o*; von Kårarfvet bei Falun. Bildet mit Quarz und Glimmer grofskörnigen Granit, worin der Pyrorthit liegt.

2,611 Blafs fleischrother, blumig blättriger bis strahliger von Penig, eben solchen Granit bildend.

2,612 der obige von Skogbohle, nachdem die Stücke nach allen sichtbaren Zusammensetzungsflächen zerkleint waren.

2,6190 Weifser strahliger von Finbo, unzerkleint.

2,6192 Graulichweifser aus dem Kälberbufch bei Mulda, oberhalb Freiberg.

2,6195 Mittel zwifchen grünlich- und gelblich-weifser grofsblättriger von Borftendorf.

2,620 Grünlichweifser von Auris.

2,621 Gelblichweifser bis blafs ockergelber fchön frifch und durchfichtig, auf verwittertem Granit auffitzend, Fundort unbekannt, gemeffen.

2,622 Wafferheller von Borftendorf, gemeffen.

2,623 Milchweifser fchön glafiger N. 2192 aus dem Wernerfchen Mufeum, Fundort unbekannt.

2,624 Milchweifser von Borftendorf.

2,626 Milchweifser grofsblättriger von Siebenlehn bei Freiberg.

Das geringere Gewicht der erften Varietäten hängt fichtbar von ihrer Struktur ab. Genau genommen wären hiernach die Gränzen der Spezies 2,61 bis 2,62 zu ziehen, und nur dann, wenn man auf das Zerkleinen der ftrahligen Varietäten nicht Rückficht nehmen will, kann man fie auf 2,60 bis 2,62 ausdehnen. Den blumigblättrigen Feldfpath von Breitenbrunn, den Hr. Dr. G. Rose als Albit beftimmt hat, halte ich nicht dafür, da er nur 2,570 wiegt.

(Befchlufs im nächften Heft.)

# VIII.

## *Ueber Sementini's jodige Säure;*

von

F. Wöhler.

Sementini hat in einer Abhandlung zu zeigen gesucht *), daſs man eine bis jetzt noch nicht bekannte Oxydationsſtufe des Jods, die *jodige Säure*, erhalte, wenn man chlorſaures Kali mit Jod deſtillirt. Pleischl hat ſpäter dieſe Entdeckung beſtätigt gefunden und noch weitere Verſuche darüber angeſtellt **).

Bei näherer Betrachtung der Eigenſchaften, welche dieſe Chemiker von dieſer jodigen Säure anführen, findet man bald, daſs ſie in jedem Punkte mit denen des *Chlorjods* übereinkommen, welches ſchon längſt von Gay-Lussac dargeſtellt worden iſt; und nachdem ich mir jene angebliche jodige Säure nach Sementini's Vorſchrift verſchafft hatte, ſo zweifelte ich keinen Augenblick mehr, daſs ſie in der That nichts Anderes als *Chlorjod* ſey.

Beim erſten Verſuche erhielt ich Sementini's Säure, wie er angiebt, als eine braune Flüſſigkeit, bei einem zweiten aber, wobei ein groſser Ueberſchuſs von chlorſaurem Kali mit Jod deſtillirt wurde, er-

*) Schweigger's Journal B. 41. p. 158.

**) a. a. O. B. 45. p. 1.

ſtarrte die überdeſtillirende Flüſſigkeit (was Sementini und Pleischl gar nicht bemerkt haben) zu einer warzenförmig zuſammengehäuften, kryſtalliniſchen Maſſe, die beim Erwärmen leicht ſchmolz, ſehr ſchnell an der Luft zerfloſs, ſich alſo in dieſer Hinſicht ganz wie trocknes Chlorjod verhielt. — Auf directem Wege dargeſtelltes Chlorjod kann viel Jod auflöſen, läſst daſſelbe aber beim Vermiſchen mit Waſſer wieder fallen. Eben ſo verhält ſich jene jodige Säure, wenn man bei ihrer Darſtellung zu viel Jod anwandte und ſie als braune Flüſſigkeit übergeht. Ich übergehe die übrigen Eigenſchaften des auf directem Wege dargeſtellten Chlorjods, weil ſie jedem Chemiker bekannt ſind, und jeder leicht findet, daſs ſie vollkommen dieſelben ſind, wie die der ſogenannten jodigen Säure. Ich will nur noch bemerken, wie ich mich von der Gegenwart des Chlors in dieſer Verbindung überzeugt habe, weil es doch möglich geweſen wäre, daſs zwei aus verſchiedenen Elementen zuſammengeſetzte Körper ſehr ähnliche Eigenſchaften gehabt hätten. — Die nach Sementini's Methode erhaltene Flüſſigkeit wurde, um vor aller mechaniſchen Einmengung ſicher zu ſeyn, noch ein Mal theilweiſe deſtillirt, und das Deſtillat mit reinem kohlenſauren Natron geſättigt, wobei ſich viel Jod abſchied, wie dieſs auch vom Chlorjod bekannt iſt. Die Auflöſung wurde zur Trockne abgedampft, die Salzmaſſe geglüht, wobei ſie leicht ſchmolz, hierauf in Waſſer aufgelöſt und zur Kryſtalliſation abgedampft. Hierbei ſchoſſen viele, ſehr beſtimmte, undurchſichtige, zum Theil treppenförmig gebildete Kryſtalle von Kochſalz an. Die ganze Salzmaſſe wurde dann wieder

in Wasser aufgelöst und mit salpetersaurem Silber vermischt. Zuerst entstand bloss ein gelber Niederschlag von Jodsilber und erst zuletzt fiel das Chlorsilber in dicken, weissen Flocken nieder. Der Niederschlag wurde wohl ausgewaschen und dann mit Ammoniak macerirt. Hierbei blieb das Jodsilber als blassgelbes Pulver zurück. Die abfiltrirte ammoniakalische Flüssigkeit wurde bis zur Verjagung des Ammoniaks gekocht, und das niedergefallene Chlorsilber getrocknet und geschmolzen. Es schien mehr zu betragen, als das Jodsilber. Obgleich seine Auflöslichkeit in Ammoniak hinlänglich beweist, dass diess wirklich Chlorsilber war, so wollte ich mich auch noch durch die Analyse überzeugen, was entscheidend werden musste, da der Silbergehalt des Chlorsilbers so sehr von dem des Jodsilbers verschieden ist. 1,08 Grm. des so erhaltenen, geschmolzenen Chlorsilbers wurden in einem Porzellantiegel mit kohlensaurem Natron bedeckt und geglüht. Das hierdurch reducirte, schwammige Silber wurde wohl ausgewaschen und geglüht. Es wog 0,815 Grm. Nach der bekannten Zusammensezzung des Chlorsilbers aber enthalten 1,08 Grm. desselben 0,813 metallisches Silber.

Sementini's jodige Säure färbt das Amylum nicht blau; aber dasselbe ist mit dem auf gewöhnliche Weise dargestellten Chlorjod der Fall, selbst wenn es so zusammengesetzt ist, dass es bei der Sättigung mit einem Alkali Jod abscheidet. Sobald man aber in beiden Fällen in die mit Amylum vermischte Flüssigkeit etwas Zinnchlorür-Auflösung giesst, wird sie augenblicklich blau, weil dann die Jodsäure reducirt

wird. — Die nach der Darstellung der vermeintlichen jodigen Säure zurückbleibende Salzmasse besteht aus Chlorkalium, chlorsaurem und jodsaurem Kali, vorausgesetzt, dass man sie nur so lange geschmolzen hat, als Chlorjod überging, so wie es bei meinem Versuche der Fall war. Die hierbei erhaltene Salzmasse schien gar kein Jodkalium zu enthalten, sondern das Jod nur als Jodsäure, denn es liess sich auf die bekannte Art mit Amylum kein Jod darin entdecken. Sobald aber der mit Amylum vermischten Auflösung ein Tropfen Zinnchlorür-Auflösung zugesetzt wurde, erschien sogleich ganz stark die blaue Färbung, weil dann die Jodsäure reducirt wurde. Es scheint mir wahrscheinlich, dass die Bildung von Chlorjod nach Sementini's Methode hauptsächlich auf dieser Bildung von jodsaurem Kali beruht; man erhält deshalb auch kein Chlorjod, wenn man Kochsalz mit Jod destillirt, was ich versuchte.

---

## IX.

### *Ueber die chemische Zusammensetzung des Zinkenits und des Jamesonits;*

von

HEINRICH ROSE.

Bei der chemischen Untersuchung einer Reihe von in der Natur vorkommenden Verbindungen, welche Schwefelantimon ($SbS^3$) und Schwefelarsenik ($AsS^3$) als elektronegative Bestandtheile enthalten, und welche ganz gleich zusammengesetzt sind den Verbindungen, die von Berzelius entdeckt und von ihm *Schwefelsalze* genannt worden sind, habe ich auch den von meinem Bruder beschriebenen *Zinkenit* *), der zu dieser Reihe gehört, analysirt. Die Methoden, deren ich mich bei der Analyse bediente, weichen wenig von denen ab, die ich bei der Untersuchung der Fahlerze anwandte, und die ich umständlich bei der Bekanntmachung meiner gröfseren Arbeit anführen werde. Das Resultat einer Analyse war:

| | |
|---|---|
| Schwefel | 22,58 |
| Blei | 31,84 |
| Antimon | 44,39 |
| Kupfer | 0,42 |
| | 99,23. |

*) Poggendorff's Annalen B. VII, S. 91.

Bei zwei andern Analysen, die nach einer Methode ausgeführt wurden, bei denen der Schwefelgehalt nicht bestimmt werden konnte, erhielt ich 31,97 Procent Blei und 44,11 Antimon; und 30,63 Blei und 46,28 Antimon. Bei dieser letzten Analyse enthielt indessen das abgeschiedene Antimon noch eine kleine Quantität Blei, die nicht von ihr getrennt wurde.

31,84 Theile Blei (in der ersten Analyse) erfordern, um Schwefelblei zu bilden, 4,95 Theile Schwefel, und 44,39 Theile Antimon verbinden sich mit 16,61 Th. Schwefel zu Schwefelantimon. Die Menge des Schwefels im Schwefelblei ist zwar nicht ganz ein Drittel von der Schwefelmenge des Schwefelantimons, auch wenn man zur ersteren Schwefelmenge noch 0,11 Theile Schwefel hinzurechnet, mit welchem sich 0,42 Th. Kupfer zu Schwefelkupfer verbinden; da indessen die Abweichung nicht sehr groſs ist, so glaube ich, daſs die Zusammensetzung des Zinkenits durch die Formel $PbS^2 + 2SbS^3$ ausgedrückt werden könne *).

Der Zinkenit hat in seiner Zusammensetzung die meiste Aehnlichkeit mit dem *Jamesonit* und dem *Rothgültigerze*. Der erstere, der von Mohs entdeckt, beschrieben, und von ihm *axotomer Antimonglanz* genannt worden ist, **) besteht im Wesentli-

*) Das, was man *Federerz* genannt hat, gehört wohl meistentheils zum Zinkenit; ich fand nämlich in einem Federerze von Wolfsberg bei Harzgerode eine bedeutende Menge von Blei.

**) Grundriſs der Mineralogie von Fr. Mohs, Th. II. S. 586.

chen wie der Zinkenit aus Schwefelantimon und Schwefelblei, nur in einem andern Verhältniſſe. Die Reſultate von drei Analyſen des Jameſonits, zu welchen mir Herr Haidinger Material mitgetheilt hatte, ſind folgende:

| | I. | II. | III. |
|---|---|---|---|
| Schwefel | 22,15 | 22,53 | |
| Blei | 40,75 | 38,71 | 40,35 |
| Blei mit geringen Spuren von Eiſen und Zink | — | 0,74 | |
| Kupfer | 0,13 | 0,19 | 0,21 |
| Eiſen | 2,30 | 2,65 | 2,96 |
| Antimon | 34,40 | 34,90 | 33,47 *) |
| | 99,73 | 99,72 | |

34,40 Theile Antimon (in der erſten Analyſe) verbinden ſich mit 12,87 Th. Schwefel zu Schwefelantimon, und 40,75 Th. Blei mit 6,33 Th. Schwefel zu Schwefelblei. Der Ueberſchuſs an Schwefel 2,95 Th. iſt beinahe hinreichend, um mit dem Eiſen Schwefelkies zu bilden. — Obgleich nun der Gehalt an Schwefelkies im Jameſonit ziemlich bedeutend iſt, ſo glaube ich, daſs er unweſentlich iſt, da Eiſen und Blei weder im oxydirten noch im geſchwefelten Zuſtande mit einander verbunden vorkommen; die kryſtalliſirten Fahlerze z. B., in welchen allen ſich Schwefeleiſen findet, enthalten nie Schwefelblei, ſelbſt wenn die Tetraëder des Fahlerzes im Bleiglanze ſitzen. — Die weſentliche Zuſammenſetzung des Jameſonits kann durch die For-

*) Bei der 3ten Analyſe konnte der Gehalt an Schwefel nicht beſtimmt werden.

mel $3 PbS^2 + 4 SbS^3$ ausgedrückt werden; das Schwefelantimon in ihm enthält noch einmal so viel Schwefel als das Schwefelblei.

Im *Rothgültigerze*, in welchem statt Schwefelblei Schwefelsilber enthalten ist, sind nach v. Bonsdorf's Analyse die Schwefelmengen im Schwefelantimon und im Schwefelsilber sich gleich. — In dem Zinkenit, dem Jamesonit und dem Rothgültigerze verhalten sich also die Schwefelmengen im elektropositiven Schwefelmetall zu den Schwefelmengen im Schwefelantimon wie 1 : 3; 1 : 2; und 1 : 1. Keine von diesen drei Verbindungen gehört zu den neutralen Salzen, welche von $SbS^3$ und elektropositiven Schwefelmetallen gebildet werden, denn in diesen scheint sich der Schwefelgehalt in der Schwefelbase zu dem im Schwefelantimon wie 2 : 3 zu verhalten. Der Zinkenit und der Jamesonit sind daher übersättigte Schwefelsalze, und das Rothgültigerz ein basisches Schwefelsalz.

## X.

### *Ueber das Packfong;*

von Hrn. v. Gersdorff zu Wien.

Das beste Verfahren, um diese, bekanntlich aus Nikkel, Kupfer und Zink bestehende Legirung mit Vortheil zu bereiten, ist nachstehendes.

Nachdem das Nickel in einem eisernen Mörser zu haselnussgrossen Stücken zerstossen und auch das Kupfer und Zink zerkleinert worden, werden die Metalle in den Tiegel gebracht, zwar gemengt, doch so, dass auf dem Boden des Tiegels etwas Kupfer liege und auch die obere Decke wieder Kupfer sey. Das Ganze wird mit Kohlenstaub bedeckt und in einem Windofen, der den Zug von Aussen hat, geschmolzen, im Kleinen am besten vor der Esse. Ein öfteres fleissiges Umrühren ist unumgänglich nöthig, damit sich das schwerschmelzbare Nickel mit den übrigen Metallen zu einer vollkommen homogenen Masse verbinde, welche alsdann in beliebige Formen ausgegossen wird. Ist nicht Raumes genug in dem Tiegel, um das Ganze hineinzubringen, so kann auch nachgesetzt werden; aber dazu ist nur Kupfer zurückzuhalten; denn Nikkel würde den Einsatz sehr abkühlen und Zink darf nicht in die flüssige Masse getragen werden, weil sonst eine *Explosion* mit Feuererscheinung erfolgt. Diese Explosion rührt daher, dass sich Nickel und Zink mit vieler Energie verbinden. Je länger übrigens das Packfong im Schmelzen erhalten wird und je flüssiger

es ist, desto besser läſst es sich bearbeiten. Aus der Verflüchtigung von 5 bis 6 Theilen Zink braucht man sich nichts zu machen.

Die Verhältnisse der Bestandtheile des Packfongs richten sich nach dem Gebrauche, den man von dieser Legirung machen will.

Ein der Oxydation oder dem Anlaufen an der Luft nicht unterworfenes Packfong, das folglich zu Löffeln, Suppen- und Milchschöpfern, zu französischen Gabeln u. s. w. anwendbar ist, erhält man von 25 Thl. Nickel, 50 Thl. Kupfer und 25 Thl. Zink.

Ein dem nicht weiſsgesottenen 12löthigen Silber ähnliches, zu Messer- und Gabelheften, Lichtscheren, Zuckerzangen etc. brauchbares Packfong erhält man von 22 Nickel, 55 Kupfer und 23 Zink.

Zum Walzen am besten geeignetes und zu Tatzen von beliebiger Gröſse, Waschbecken u. s. w. anwendbares Packfong liefert eine Mischung aus 20 Nickel, 60 Kupfer und 20 Zink. — Zink und Kupfer müssen aber möglichst rein seyn.

Zu Gegenständen, die durch Guſs verfertigt werden, wie Leuchter, Sporen, Glocken, Pferdegeschirr, dient am besten eine Mischung aus 20 Nickel, 60 Kupfer, 20 Zink und einem Zusatz von 3 pr. Ct. Blei, so wie auch eine Mischung aus 18 Nickel, 54 Kupfer, 25 Zink und 3 Blei.

Ein Zusatz von 2 bis 2,5 pr. Ct. *Eisen* oder *Stahl* macht das Packfong bedeutend weiſser, aber auch härter und spröder. Will man Eisen zusetzen, so muſs solches zuvor mit Kupfer unter einer Decke von Kohlen vor dem Gebläse zusammengeschmolzen, und

dann erſt dieſs Gemenge mit Nickel, Zink und dem übrigen Kupfer in den groſsen Tiegel gebracht werden.

Bei dem Walzen und Hämmern des Packfong ſind folgende Regeln zu beobachten: Da das Packfong nach der Bereitung ein kryſtalliniſches Gefüge hat, ſo folgt von ſelbſt, daſs das Hämmern und Walzen anfangs ſehr behutſam geſchehen müſſe. Nach *jeder* Ueberhämmerung und nach *jedem* Durchgang durch das Walzwerk muſs es wieder *kirſchbraun* geglüht werden, und vollkommen wieder erkalten, bevor es wieder gehämmert oder gewalzt wird. Iſt das kryſtalliniſche Gefüge des Packfongs zerſtört, ſo läſst ſich daſſelbe faſt wie Meſſing verarbeiten. Die Spannung, welche die Bleche hie und da beim Walzen erhalten haben, muſs denſelben durch einige Hammerſchläge benommen werden. Geſchieht dieſs nicht, ſo reiſsen die Bleche da, wo ſie geſpannt ſind, ſobald ſie zwiſchen die Walzen kommen. *Eine Behandlung des Packfongs mit dem groſsen Hammer vor dem Walzen hatte guten Erfolg.*

Die Silberarbeiter behandeln das verarbeitete Packfong mit Bimsſtein, wie das Silber; ſie ſieden es weiſs, machen aber aus dem Verfahren ein Geheimniſs. Sehr verdünnte Schwefelſäure (14 Thl. concentrirte Säure und 100 Thl. Waſſer) heiſs angewandt, reinigt die Oberfläche auch, wenn man ſie hernach mit gepülvertem Bimsſtein und einer Bürſte abreibt. Bei dem Einſchmelzen von Abſchnitzel, Feilicht, und anderen miſsrathenen Gegenſtänden, wird gleich beim Einſetzen in den Tiegel auf 1 Pfund Packfong 1 Loth

Zink, zugesetzt, weil sich so viel ungefähr verflüchtigt *).

---

## XI.

*Sonderbare Bewegungen, in die gewisse Metallsalze unter Umständen versetzt werden können;*

vom Dr. F. F. Runge zu Breslau **).

Uebergiesst man reines Quecksilber mit einer gesättigten Kochsalzlösung, etwa eine halbe Linie hoch, und bringt ein wenig Kupfervitriol, gleichviel, einen kleinen Krystall oder ein Bruchstück eines grösseren, mit der Vorsicht auf die Salzlösung, dass er auf ihr schwimmend bleibt, so verliert das Quecksilber nach einiger Zeit seinen Glanz und überzieht sich allmälig mit einer Haut, die muthmasslich aus Chlorkupfer im Min. und Chlorquecksilber im Min. besteht. Weiteres findet im Wesentlichen nicht Statt. Berührt man nun aber das Quecksilber, durch die Flüssigkeit hindurch, mit einem Stück blanken Eisen, so ändert sich die

*) Hr. v. Gersdorff hält von dem Packfong stets vorräthig und verkauft dasselbe in jeder Quantität bis zu einem Pfunde herab, das Wiener Pfund zu 2 Fl. 24 Kr. Münze. Auch überlässt derselbe ziemlich reines Nickel, das Wiener Pfund zu 8 Fl. Münze. (2⅝ Wiener Pfunde sind 6 Mk. Kölnisch.) Die Adresse des Hrn. v. Gersdorf zu Wien ist: Wallfischgasse No. 1021. (P.)

**) Ein mit Bewilligung des Verfassers gemachter Auszug aus einer, handschriftlich mitgetheilten, grösseren Abhandlung über diesen Gegenstand. (P.)

Scene. Die Haut, die das Queckſilber bedeckt, ſpaltet ſich, und wird ſchnell vom Queckſilber abſorbirt. Es ſtellen ſich wirbelförmige Strömungen ein, die vom ſchwimmenden Kryſtall ausgehen, ſich an der Queckſilberfläche brechen und wieder nach Auſsen hin, ſich umbeugend, in die Höhe ſteigen. Dabei nimmt der Kryſtall an Gröſse ab und verſchwindet endlich ganz. Mit ſeinem Verſchwinden hört auch die Strömung auf. Dieſelben Erſcheinungen, verbunden mit einer Anziehung zwiſchen dem Kryſtall und Queckſilber, finden auch Statt, wenn erſterer unter der Flüſſigkeit ungefähr um eine halbe Linie vom Queckſilber entfernt liegt. Hier wie dort dauern die Erſcheinungen nur ſo lange, als das Eiſen in das Queckſilber eingetaucht iſt.

Bringt man den Kupfervitriol, ſtatt ihn auf der Flüſſigkeit ſchwimmen zu laſſen, in unmittelbare Berührung mit dem Queckſilber, ſo iſt der Vorgang anders. *So wie man nämlich das Eiſen in das Queckſilber taucht, geräth der Kryſtall in eine heftige Bewegung und kreiſt, während er ſcheinbar vom Eiſen angezogen und abgeſtoſsen wird, auf die wunderbarſte und regelloſeſte Weiſe auf und an der Queckſilberfläche umher.* Dabei nimmt der Kryſtall an Gröſse ab, und ſeine Bewegungen, die ſich beſſer beobachten als beſchreiben laſſen, nehmen an Geſchwindigkeit zu. Zieht man das Eiſen aus dem Queckſilber, ſo hören die Bewegungen des Kryſtalles augenblicklich auf; es ſey denn, daſs man das Queckſilber ſchon oft und anhaltend zu dieſem Verſuche angewandt hat, in welchem Falle die Erſcheinung, auch ohne Eiſen, bei bloſser Gegenwart von Queckſilber

und Kochſalzlöſung von Statten geht. Gröſsere Kryſtalle gerathen übrigens nicht in jene wirbelnde Bewegung, ſondern nähern ſich ruckweiſe dem Eiſen, bis ſie dieſes erreicht haben.

Das Queckſilber wird ſchon an und für ſich in eine zuckende Bewegung verſetzt, wenn man es unter Salzlöſungen mit Eiſen berührt; auch finden dabei in den Salzlöſungen Strömungen Statt, wie man dieſs durch ein wenig hineingeſchüttete Pfeifenerde ſichtbar machen kann. Dieſe Erſcheinungen haben aber mit denen beim Kupfervitriol nichts gemein, und können auch mit ihnen nicht verwechſelt werden.

Die Bewegungen des Kupfervitriols ſind zugleich mit einer *beſchleunigten* Auflöſung deſſelben verbunden. Von zweien Kryſtallen, von denen der eine acht Mal gröſser war als der andere und der erſtere auf dem Queckſilber, der andere aber neben demſelben lag, wurde jener, nämlich der gröſsere, während der Berührung des Queckſilbers mit dem Eiſen, zwei Mal ſchneller aufgelöſt als der kleinere.

Die Magnetnadel und die Maſchinen-Elektricität ſcheinen unter den genannten Umſtänden keinen Einfluſs auf den Kupfervitriol zu haben. Anders verhält ſich dagegen die Volta'ſche Säule. Wird der Zinkpol derſelben in das Queckſilber und der Kupferpol in die Salzlöſung getaucht, ſo geräth der Kupfervitriol auf der Queckſilberfläche in rotirende Bewegungen, die jedoch eben ſo regellos ſind, wie die früher beſchriebenen. Iſt aber der Zinkpol in die Salzlöſung, der Kupferpol in das Queckſilber getaucht, oder ſind beide Pole in die Salzlöſung oder in das Queckſilber gebracht, ſo bleibt der Kryſtall in Ruhe. Die Säule be-

ſtand aus 9 Paaren zweizölliger Platten, und die Pappſcheiben waren mit einer Miſchung von Kochſalz und Schwefelſäure angefeuchtet.

Füttert man ein Kupferſchälchen mit Löſchpapier aus und gieſst Kochſalzlöſung darauf, ſchüttet nun hinreichend Queckſilber hinein, mit der Vorſicht, daſs es vom Kupfer durch das feuchte Papier getrennt bleibt, und verbindet dann das Queckſilber durch einen Platindraht mit dem Kupfer, ſo wird der auf das Queckſilber gebrachte Kupfervitriol in Bewegung gerathen. Ohne Platindraht, oder ohne daſs derſelbe das Queckſilber unter der Löſung direct berührt, geſchieht wenig oder gar nichts.

Gleich dem *Eiſen* ſetzen *Kupfer*, *Blei*, *Wismuth*, *Zink* den Kupfervitriol in Bewegung, wenn man mit ihnen das unter der Kochſalzlöſung befindliche Queckſilber berührt. *Antimon*, *Gold*, *Silber*, *Platin* bringen dagegen keine Wirkung hervor.

Eine Auflöſung des Kochſalzes ſcheint bei Berührung des Queckſilbers mit *Eiſen* die ſtärkſten Bewegungen des Kupfervitriolkryſtalls zu veranlaſſen, und zwar um ſo ſtärkere, als ſie concentrirter iſt. Löſungen von *ſalzſaurem Kali*, *Ammoniak*, *Thonerde*, *Eiſenoxydul*, *Chromoxydul* wirken ſchwach; dagegen wirken gar nicht: Löſungen von ſalzſaurem Eiſenoxyd, Kupferoxyd, Queckſilberoxyd, Platinoxyd u. ſ. w. Löſungen von ſalzſaurem *Baryt* und *Kalk* wirken nicht, wenn ſie concentrirt ſind, wegen der Bildung einer ſtarken Rinde von Schwerſpath und Gyps; im verdünnten Zuſtande laſſen ſie aber eine ſchwache Wirkung zu. Eine Löſung von ſalzſaurer *Thonerde* iſt gleichfalls wegen Bildung einer ſtarken Haut auf

dem Queckfilber ohne Wirkung. Eben fo wirkungslos ift *chlorfaures Kali*; nur ein Mal, als eine heifse concentrirte Löfung deffelben auf das Queckfilber gegoffen war, und fich kleine Kryftalle ausgefchieden hatten, zeigte der Kupfervitriol zuckende Bewegungen, die aber durch Eifencontact weder befchleunigt noch fonft verändert wurden. Löfungen von falpeterfauren und fchwefelfauren Salzen, von Jodkalium, von Weinfteinfäure, Klee- und Effigfäure, nebft ihren Salzen, fo wie weingeiftige Löfungen falzfaurer Salze wirken nicht, wenigftens, wie es hier immer verftanden ift, nicht bei Berührung des Queckfilbers mit Eifen.

*Salzfäure* zeigt im concentrirten Zuftande keine befondern Erfcheinungen. Im verdünnten Zuftande bringt fie auf dem Queckfilber eine fchwarze Haut zuwege, die beim Berühren diefes Metalls mit Eifen fehr fchnell verfchwindet und dadurch den Kupfervitriol in Bewegung fetzt. Bald hernach kommt aber der Kryftall in Ruhe, und es bildet fich um ihn eine rothe Kupferhaut, die ihn feftzuhalten fcheint. Queckfilber, mit Salzfäure (ohne Gegenwart von Kupfervitriol) übergoffen, zeigt bei Berührung mit Eifen nicht jene Zuckungen, die unter Salpeterfäure und unter Löfungen falzfaurer Salze Statt finden. Queckfilber, unter verdünnter *Salpeterfäure* mit Eifen berührt, geräth, wie eben gefagt, in Zuckungen, die aber wenigftens um das Vierfache vermehrt werden, wenn man dem Queckfilber unter der Flüffigkeit einen Kupfervitrol nähert. Die Strömungen, die alsdann vom Kryftall ausgehen, reifsen diefen zwar zuweilen mit fort; eigentliche Drehungen deffelben finden aber nicht

Statt. Ist das Quecksilber oft zu diesem Versuche angewandt, so stellen sich ohne Krystall bei bloſser Berührung mit dem Eisen Strömungen ein, und es sammelt sich um den Punkt, wo das Eisen das Quecksilber berührt, eine gelbgrüne Flüssigkeit (eine Eisenlösung), die sich merkwürdigerweise nicht mit der Salpetersäure vermischt. Zieht man das Eisen heraus und schüttelt das Gefäſs, so mischt sich zwar die Flüssigkeit mit der Säure, aber sogleich verschwindet auch ihre Farbe. Erneutes Eintauchen von Eisen ruft sie wieder an diesem hervor. Auch reines Quecksilber, das unter Salpetersäure sehr lange mit Eisen berührt worden, zeigt diese Erscheinung.

Die hier beschriebenen Bewegungen sind nicht bloſs dem Kupfervitriol eigen, sondern zeigen sich mit Kochsalzlösung auch beim *salzsauren*, *salpetersauren* und *essigsauren Kupferoxyd*. Doch sind bei ersterem, wegen seiner Leichtlöslichkeit und der Bildung einer starken Haut, so wie beim letzteren, wegen seiner Schwerlöslichkeit in Kochsalzlösung, die Bewegungen nur undeutlich. Das salpetersaure Kupferoxyd zeigt aber lebhafte Bewegungen, eben so das essigsaure, wenn man der Kochsalzlösung etwas Salpetersäure hinzugesetzt hat. *Boraxsaures* und *phosphorsaures Kupferoxyd* kreisen gleichergestalt nur dann auf dem mit Eisen berührten Quecksilber umher, wenn der Kochsalzlösung Salpetersäure hinzugefügt ist.

*Zink-*, *Eisen-*, *Mangan-*, *Blei-* und *Kobalt*-Salze tanzen bei Berührung des Quecksilbers unter der Kochsalzlösung mit Eisen nicht so umher, wie der Kupfervitriol; Wismuthsalze gaben geringe Anzeigen davon. *Zinnsalze* sind aber unter jenen Umständen der Rota-

ſion fähig. *Salpeterſaures Silberoxyd* (Höllenſtein) bewegt ſich auch und zwar mit groſser Heftigkeit, wenn man verdünnte Salpeterſäure ſtatt der Kochſalzlöſung anwandte.

Endlich muſs hier noch die Wirkung der *Amalgame* erwähnt werden. Auf einem Kupferamalgam, das mit Kochſalzlöſung übergoſſen worden, bewegte ſich ein Kupfervitriolkryſtall, *ohne Mitwirkung von Eiſen oder einem andern Metalle*, eben ſo wie unter ähnlichen Umſtänden auf dem mit Eiſen berührten reinen Queckſilber. Das Kupferamalgam war dadurch bereitet, daſs 1 Miſchungsgewicht Zink mit 5 Miſchungsgewichten Queckſilber zuſammengeſchmolzen und mit einer Auflöſung von Kupferoxyd geſchüttelt worden. Zu dem Verſuche wurde dieſs Amalgam noch mit zwei Thl. Queckſilber verdünnt. Ganz dieſelben Erſcheinungen zeigten ſich bei einem Meſſingamalgam. Als dieſs nämlich mit einer Löſung von ſalzſaurem Eiſenoxydul übergoſſen und ein Kryſtall von ſalpeterſ. Kupferoxyd darauf gelegt wurde, gerieth dieſer ſogleich in dieſelben Bewegungen, welche früher beim Kupfervitriol im Kreiſe der galvaniſchen Kette beobachtet waren *).

*) Ich habe die beiden letzten Erſcheinungen, von den übrigen getrennt, erſt am Schluſſe dieſes Auszuges angeführt und hervorgehoben, weil ſie mir die meiſte Aufmerkſamkeit zu verdienen ſcheinen. Durch einige Verſuche, zu denen ich durch die erſte Mittheilung des Verfaſſers aufgefordert worden bin, habe ich mich nämlich überzeugt, daſs alle Erſcheinungen, die hier als auftretend beim Contacte von heterogenen Metallen unter einer Salzlöſung beſchrieben ſind, ſchon bei den mit einer Salzlöſung übergoſſenen Amalgamen Statt finden, ſo daſs

*also zu diesen unmittelbar die galvanische Kette nicht wesentlich nöthig ist.* Einer der einfachsten Versuche, um dieses zu zeigen, besteht darin, ein wenig Zink mit Quecksilber zusammenzuschmelzen, das Amalgam mit einer verdünnten Quecksilbersublimatlösung zu übergiefsen und alsdann einen Quecksilbersublimatkrystall auf die Fläche des Amalgams zu bringen. Die Bewegungen des Krystalls sind hier ungemein heftig (übertreffen die beim Kupfervitriol bei weitem) und lassen sich so oft erneuern, als noch Zink im Quecksilber aufgelöst ist; alsdann überzieht sich dieses mit einer Haut von Calomel und die Bewegungen hören auf. Statt des Sublimatkrystalles läfst sich ein Kupfervitriolkrystall, und statt der Sublimatlösung eine Kochsalzlösung (nur nicht *reines* Wasser) mit gleichem Erfolge anwenden; allein der Procefs wird dadurch verwickelter. — Der Verfasser ist geneigt, die hier beschriebenen Erscheinungen als Wirkung der galvanischen Kette zu betrachten, und es ist auch wohl gewifs, dafs galvanische Actionen irgend einer Art, begleitet oder bedingt durch die zur Reduction des Krystalles nöthigen Umstände, die Ursachen dieser Erscheinungen sind. Da es aber für jetzt schwer hält, wo nicht gar unmöglich ist, die Wirkungsart dieser Ursachen auf eine bestimmte Weise anzugeben, so sind hier unter Mitwissen des Verfassers nur die Thatsachen, entblöfst von aller theoretischen Ansicht, aufgeführt worden. Die hier beschriebenen Erscheinungen erinnern unwillkürlich an die, welche von Hrn. Herschel (d. Ann. Bd. 77. S. 351) und vom Prof. Erman (d. Ann. Bd. 32. S. 261) im Kreise der Volta'schen Säule bemerkt worden sind. Wie nahe aber diese mit jenen zusammenhängen, will ich nicht entscheiden; auch ist diefs gewissermafsen überflüssig, da der Verfasser seine Untersuchungen fortsetzt und hoffentlich nicht eher niederlegen wird, als bis der Gegenstand erschöpft ist. Aus eben dem Grunde halte ich es auch für unpassend, etwas von den Versuchen anzuführen, die ich weiter zu meiner eignen Belehrung angestellt habe. *P.*

---

# XII.

## *Ueber eine eigenthümliche Substanz im Meerwasser;*

von Herrn Balard,

Apotheker und Präparator der Chemie an der Fakultät der Wissenschaften zu Montpellier *).

### I. Geschichte der Untersuchungen.

Beim Behandeln der Lauge von Fucus-Aschen mit einer Lösung von Chlor in Wasser hatte ich oft be-

*) Aus den Ann. de Chim. et Phys. XXXII. 337. [Schon früher wurde in dem Journ. de Pharmacie Juill. 1826. p. 376 von diesem Stoffe, den der Entdecker anfänglich Muride nannte, eine kurze Nachricht gegeben; da man aber dieser nach die einfache Natur des Stoffes noch in Zweifel ziehen konnte, so unterliefs ich es absichtlich, ihrer in den Annalen zu erwähnen, um so mehr, da die HH. Vauquelin, Thénard und Gay-Lussac mit einer Prüfung der von Hrn. Balard übersandten Abhandlung und Proben des neuen Stoffes beauftragt waren, und von dieser auf jeden Fall etwas Zuverlässiges zu erwarten stand. Diese Prüfung ist jetzt geschehen und die Resultate derselben als Anhang der Abhandlung des Hrn. B. in den Ann. de Chim. et Phys. hinzugefügt. Der Bericht der Comissaire schliefst mit folgenden Worten: Wenn gleich die geringe Anzahl der uns erlaubten Versuche uns über das Daseyn des *Broms*, als eines neuen einfachen Körpers, nicht diejenige Gewifsheit gegeben hat, welche man heut zu Tage mit Recht verlangt, so betrachten wir es doch wenigstens als sehr wahrscheinlich. Die Abhandlung des Hrn. Balard ist überdiefs sehr wohl abgefafst und die zahlreichen Resultate, welche er in derselben beibringt, würden selbst dann kein geringeres Intereffe erregen, wenn man beweisen könnte, dafs das *Brom* kein einfa-

merkt, daſs ſich nach Hinzufügung einer Auflöſung von Stärke nicht bloſs eine blaue Zone zeigte, von der das Jod einen Theil ausmachte, ſondern auch ein wenig oberhalb derſelben eine Zone von ziemlich intenſiver gelber Farbe. Dieſe orangegelbe Farbe zeigte ſich gleichfalls, als ich die Mutterlauge aus unſeren Salinen auf dieſelbe Art behandelte; die Farbe war um ſo dunkler, je concentrirter die Flüſſigkeit war. Das Entſtehen dieſer Farbe war mit einem ſtarken eigenthümlichen Geruch verbunden. Ich unterſuchte, von welcher Natur dieſes färbende Princip ſeyn könnte, und wurde durch meine erſten Verſuche zu den folgenden Beobachtungen geführt.

1) Die mit Chlor behandelte Mutterlauge unſerer Salinen verliert ihre Farbe und ihren eigenthümlichen Geruch, wenn man ſie auf ein oder zwei Tage der Luft ausſetzt, ohne daſs das Chlor hernach darin dieſelbe Erſcheinung hervorbringen könnte. 2) Wenn man ſie mit Alkalien oder einfach kohlenſauren Alka-

cher Körper wäre. Die Entdeckung des Hrn. Balard iſt eine ſehr wichtige Bereicherung für die Chemie und läſst Hrn. Balard ſeine wiſſenſchaftliche Laufbahn auf die ehrenvollſte Weiſe betreten. Wir ſind der Meinung, daſs dieſer junge Chemiker der Aufmunterung von Seiten der Akademie im vollſten Maaſse würdig iſt, und haben die Ehre ihr vorzuſchlagen, zu befehlen, daſs ſeine Abhandlung in dem: Recueil des Savans etrangers abgedruckt werde. — Aus der Mutterlauge der Salzſoole, die man in den Sümpfen der Ebene von Aren gewinnt, haben übrigens die HH. Vauquelin, Thénard und Gay-Lussac das Brom nach dem von Hrn. Balard angegebenen Verſahren ſelbſt dargeſtellt und damit das Feld der Nachforſchung nach dem anderweitigen Vorkommen dieſes Körpers gewiſſermaſsen ſchon eröffnet.]

lien behandelt, verschwinden Geruch und Farbe gleichfalls. 3) Dieselben Wirkungen erzeugen sich, wenn man der gefärbten Flüssigkeit ein Reagens hinzusetzt, das geeignet ist, entweder durch sich selbst oder durch Zersetzung des Wassers Wasserstoff abzugeben. Solches thun: schweflige Säure, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, einfache Schwefelmetalle (hydro-sulfates) und vor allem ein Gemisch von Zink und Schwefelsäure, das der Flüssigkeit den Wasserstoff im Zustande der Gaswerdung darbietet. 4) Im Fall, daſs die Entfärbung das Werk der Alkalien oder der wasserstoffhaltigen Körper ist, kann ein Zusatz von Chlor die ursprüngliche Farbe wieder herstellen.

Es bieten sich natürlich zwei Erklärungsarten dar, um von den verschiedenen Erscheinungen Rechenschaft zu geben. Erstlich, könnte man voraussetzen, daſs die gelbe Materie eine Verbindung wäre des Chlors mit einer in der Mutterlauge der Salinen enthaltenen Substanz. Fürs Zweite, könnte man annehmen, daſs die färbende Substanz aus einer ihrer Verbindungen durch das Chlor ausgeschieden worden wäre und dieses ihre Stelle eingenommen hätte.

Um zu wissen, an welche man sich zu halten hätte, war es nöthig, die färbende Substanz im isolirten Zustande darzustellen. Die Flüchtigkeit derselben schien hoffen zu lassen, daſs die Destillation zur Abtrennung der Flüssigkeit hinreichen würde, und ich nahm daher meine Zuflucht zu dieser Operation. Die mit ihrer gelben Farbe versehene Salzsoole, der Destillation unterworfen, lieſs wirklich gleich zu Anfange des Siedens röthliche, sehr dicke Dämpfe entwei-

chen, die sich durch Abkühlen zu einer Flüssigkeit verdichteten, an der ich den gröſseren Theil der Eigenschaften der gefärbten Salzmutterlauge wiederfand; nur waren diese Eigenschaften hier viel hervorstechender.

Diese Flüssigkeit besaſs eine röthlich gelbe Farbe, einen Geruch, den man mit dem des Chloroxydes vergleichen möchte, hatte keine saure Eigenschaften und verlor ihre gelbe Farbe durch Wirkung der Alkalien, der schwefligen Säure, der Schwefelwasserstoffsäure u. s. w., kurz, durch die aller der Agentien, welche die Salzmutterlange nach Einwirkung des Chlors entfärbten. Man konnte nun nicht mehr bezweifeln, daſs das Product der Destillation die Materie enthielt, die mich beschäftigte, um so weniger, als die zurückgebliebene Flüssigkeit in dieser Hinsicht alle ihre ursprünglichen Eigenschaften verloren hatte. Ihre Farbe war verschwunden und an der Stelle ihres lebhaften Geruchs fand man nur einen ätherischen Geruch, auf den ich in der Folge wieder zurückkommen werde, auch hatte das Chlor nicht mehr die Eigenschaft, ihr die gelbe Farbe wiederzugeben.

Um diese Substanz im Zustande der Reinheit zu erhalten, war es nur nöthig, sie von dem Wasser zu befreien, das sich gleichzeitig mit ihr verflüchtigt hatte. Zu diesem Ende lieſs ich die röthlichen Dämpfe über Chlorcalcium hinwegstreichen. Sie verdichteten sich in einem kleinen Recipienten in Tröpfchen, die eine sehr dunkelrothe Farbe besaſsen, sehr flüchtig und stark röthlich waren, indem sie das kleine Gefäſs, worin sie sich befanden, mit Dämpfen von einer Far-

be, vergleichbar mit der vom ſalpetrigſauren Dampfe, füllten.

So glaubte ich die färbende Subſtanz in ihrer Reinheit erhalten zu haben; allein das Verfahren lieferte nur wenig von derſelben. Ich hielt ſchon eine Operation für gelungen, wenn ſie mir einen Tropfen von der Flüſſigkeit gegeben hatte. Quantitäten von ſolcher Kleinheit erlaubten gewiſſermaſsen nur mikroskopiſche Unterſuchungen. Ich verdanke ihnen jedoch die Berichtigung meiner erſten Anſichten über die Natur dieſer Subſtanz und die Unterſuchungen, welche ich ſpäterhin mehr im Groſsen ausführen konnte, haben dieſe beſtätigt.

Ich war zuerſt geneigt, dieſe Subſtanz für ein Chlorjod zu halten, verſchieden jedoch von den Verbindungen, welche die Chemiker mit dieſem Namen bezeichnet haben. Allein alle meine in dieſer Hinſicht angeſtellten Verſuche waren vergeblich. Die Eigenſchaften, die Stärke-Auflöſung nicht blau zu färben und die Sublimat-Auflöſung nicht zu fällen, hingegen die, das ſalpeterſaure Queckſilberoxydul und das ſalpeterſaure Blei u. ſ. w. weiſs niederzuſchlagen, alle dieſe verſicherten mir, daſs Jod durchaus nicht in dieſer Subſtanz enthalten war. Auf der andern Seite hatte ich die Subſtanz nach einander ſowohl dem Einfluſſe der Voltaſchen Säule, als auch dem einer ſehr erhöhten Temperatur ausgeſetzt, und in keinem dieſer Fälle hatte ſie mir die geringſte Spur einer Zerſetzung gezeigt. Ein ſolcher Widerſtand konnte mich nur auf die Idee bringen, daſs ich es mit einem einfachen Körper oder mit einem ſich wie ein ſolcher verhaltenden Körper zu thun hatte.

Diefs auch ift die Meinung, zu der alle Operationen, denen ich die Subftanz unterworfen habe, von felbft auffordern.

Ich glaube darin eine einfache Subftanz zu erkennen, welche in ihrem chemifchen Verhalten die gröfste Aehnlichkeit mit dem Chlor und Jod befitzt und durchaus analoge Verbindungen liefert, aber durch ihre fämmtlichen phyfikalifchen Eigenfchaften und chemifchen Wirkungen die ftärkften Gründe giebt, um von jenen unterfchieden zu werden.

### II. Ueber die Benennung der rothen Subftanz, welche aus der Mutterlauge der Soole nach Einwirkung des Chlors gewonnen wird.

[Hr. Balard fetzt in diefem Abfchnitte auseinander, dafs er der neuen Subftanz auf Rath des Hrn. Anglada den von dem griechifchen Worte: *βρωμος* (foetor) abgeleiteten Namen: Brôme gegeben habe und hofft, dafs die Chemiker, wenn fie die Einfachheit der von ihm entdeckten Subftanz beftätigt finden, diefen Namen beibehalten werden. *P.*]

### III. Von der Darftellung des *Broms.*

Ich habe zur Darftellung des Broms zwei verfchiedene Verfahrungsarten angewandt, mit denen ich mich nacheinander befchäftigen werde.

*Erftes Verfahren.* Ich habe fchon davon in einigen Worten gefprochen. Es befteht darin, die Mutterlauge der Soole nach Einwirkung des Chlors zu deftilliren und durch eine Kältemifchung die röthlichen Dämpfe, welche fich im Augenblicke des Siedens entwickeln, zu verdichten. Man erhält durch diefes

langwierige Verfahren nur eine geringe Quantität von noch dazu unreinem Brom. Ich habe mich überzeugt, daſs es auf dieſe Art beſtändig mit einer dreifachen Verbindung von Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Brom, einer ihrer Natur und ihren Eigenſchaften nach dem Chlor-Kohlen-Waſſerſtoff analogen Verbindung, gemengt iſt. Dieſs beſtimmte mich, dieſe Bereitungsart gänzlich aufzugeben, nachdem ich zu gleichem Zwecke eine viel leichter ausführbare Methode gefunden hatte, die das Brom weit reiner und in gröſserer Menge gab.

*Zweites Verfahren.* Nachdem durch die Mutterlauge der Soole ein Strom von Chlor hindurchgeleitet iſt *), gieſse ich auf die Oberfläche derſelben eine gewiſſe Portion Aether und fülle auf dieſe Art die Flaſche, in der ſich die Flüſſigkeit befindet, völlig. Schüttelt man nun dieſe, ſo daſs ſich die Flüſſigkeiten miſchen, und läſst ſie darauf einige Augenblicke ſtehen, um die Trennung derſelben zu begünſtigen, ſo ſchwimmt der Aether, ziemlich ſchön hyazinthroth gefärbt, oben auf, während die entfärbte Soolen-Mutterlauge ſtatt des heftigen, ſtechenden Geruchs vom Brom, nur den angenehmen Geruch des in ihr aufgelöſten Aethers zeigt.

Der gefärbte Aether (eine wahre Auflöſung des Broms in Aether) verliert ſeine Farbe und ſeinen un-

*) Die Erfahrung hat mich gelehrt, daſs es zweckmäſsig iſt, dieſes in nicht zu groſsem Verhältniſſe hinzuzuſetzen, wenn man den Verluſt einer gewiſſen Menge von Brom verhindern will, weil dieſes ſonſt in eine Verbindung übergeht, von der ſpäterhin unter dem Namen *Chlorbrom* die Rede ſeyn wird.

angenehmen Geruch, wenn man ihn mit einer alkalischen Substanz, namentlich mit kaustischem Kali, schüttelt. Dieses nimmt das Brom auf. Als ich nacheinander gelb gefärbte Soolen-Mutterlauge mit Aether und gefärbten Aether mit Kali behandelte, gelang es mir mit einer kleinen Quantität dieses Alkalis, das sämmtliche in einer ziemlich großsen Masse von Wasser entwickelte Brom zu verbinden. Das Kali verliert nach und nach seine alkalischen Eigenschaften und verwandelt sich in eine Salzmasse, die in Wasser auflöslich ist, und daraus durch Abdampfen in Würfeln krystallisirt.

Dieser Würfeln habe ich mich mit Erfolg zur Darstellung des Broms bedient. Ich mische die Krystalle, nachdem sie gepülvert worden, mit gereinigtem Manganhyperoxyd und schütte auf das in einen kleinen Destillationsapparat gebrachte Gemisch eine durch die Hälfte ihres Gewichtes an Wasser verdünnte Schwefelsäure.

Diese Säure, welche nur weisse Dämpfe und sehr wenig Brom entwickelt haben würde, wenn man sie mit den Krystallen allein in Berührung gesetzt hätte, oder sogar, wenn man sie im Zustande grosser Concentration hätte auf jenes Gemisch einwirken lassen, erzeugt unter diesen Umständen röthliche Dämpfe von Brom, die sich zu Tröpfchen verdichten. Man kann diese sammeln, wenn man den Hals der Retorte in einen mit kaltem Wasser gefüllten kleinen Recipienten bis zum Boden desselben hineinsteckt. Das Brom, welches daselbst in Dämpfen anlangt, löst sich in dieser Flüssigkeit; das, was sich in dem Halse der Retorte in Gestalt von Tröpfchen verdichtet, fällt wegen seines

grofsen fpecififchen Gewichtes auf den Boden des Gefäfses.

Welche Verwandtfchaft auch das Waffer zu diefem Körper befitzt, die Schicht der Flüffigkeit, welche ihn umgiebt, ift bald gefättigt, und indem fie das Brom von allen Seiten umgiebt, fchützt fie daffelbe gegen die auflöfende Kraft der oberen Schichten. Um es im Zuftande der Reinheit zu erhalten, und von dem Waffer, was es enthalten könnte, zu befreien, reicht es alsdann hin, daffelbe über Chlorcalcium zu deftilliren.

### IV. Von einigen Eigenfchaften des Broms, namentlich von feinen phyfikalifchen Eigenfchaften.

Das Brom erfcheint in Geftalt einer Flüffigkeit, die in Maffe oder im Reflexe betrachtet, fchwarzroth, in einer dünnen Schicht zwifchen das Licht und das Auge gebracht aber hyazinthroth ift. Sein Geruch ift fehr unangenehm und erinnert an den der Oxyde des Chlors, obgleich er viel intenfiver ift. Sein Gefchmack ift fehr ftark. Es greift organifche Subftanzen, Holz, Kork u. f. w. an, befonders die Haut, welche es dabei ftark ins Gelbe färbt. Die Farbe, welche es diefer mittheilt, ift weniger intenfiv, als die vom Jod erzeugte, und verfchwindet wie diefe nach einiger Zeit. Wenn die Berührung mit diefem Stoffe einige Zeit gedauert hat, verfchwindet die Farbe nur mit Zerftörung der Epidermis. Es wirkt mit Heftigkeit auf die Thiere. Ein Tropfen einem Vogel in den Schnabel gebracht, reichte hin, ihn zu tödten.

Das fpecififche Gewicht, fo weit ich es bei kleinen Quantitäten des Stoffes ausmitteln konnte, fand

ſich zu 2,966. Das Brom erträgt eine Temperatur von — 18° C. ohne zu gefrieren. Es verflüchtigt ſich leicht und dieſe groſse Flüchtigkeit ſticht ſehr gegen ſein ſpecifiſches Gewicht ab. Es iſt hinreichend, einen Tropfen von Brom in ein beliebiges Gefäſs zu bringen, um daſſelbe ſogleich mit einem ſehr dunklen röthlichen Dampfe zu füllen, welchen man wegen ſeiner Farbe mit dem der ſalpetrigen Säure verwechſeln würde, wenn er ſich nicht von dieſem durch eine Menge von Kennzeichen unterſchiede. Bei + 47° C. fängt es an zu ſieden. Die Wärme, deren Wirkung alſo den Aggregatzuſtand des Broms verändern kann, ſcheint keinen Einfluſs auf die chemiſche Natur deſſelben zu beſitzen. Ich bemerkte wenigſtens keine Zerſetzung, als ich ſeinen Dampf durch eine beſchlagene und ſtark glühende Glasröhre gehen lieſs.

Das Brom iſt ein Nichtleiter der Volta'ſchen Elektricität. Ich habe mich davon überzeugt, indem ich die beiden Pole in einem kleinen, zur Waſſerzerſezzung geeigneten Apparat in Verbindung ſetzte. Dieſe Zerſetzung, welche ſehr wohl von Statten ging, wenn ich die Flüſſigkeit direct durch Metalldrähte mit den Enden der Säule verband, hörte augenblicklich auf, wenn ich in den Schlieſsungsbogen eine 3 bis 4 Linien lange Säule von Brom hineinbrachte. Die Elektricität ſcheint auch nicht im Stande zu ſeyn, das Brom zu zerſetzen. Dieſe Subſtanz dem Einfluſs einer Säule ausgeſetzt, die ſtark genug war, um Waſſer, Salzlöſungen etc. zu zerlegen, lieſs mir weder eine Volumensverringerung, noch eine Gasentwicklung, noch eine Ablagerung irgend einer Subſtanz auf die Enden der

Schließungsdrähte von Platin, mit einem Worte, keine Spur von Zersetzung wahrnehmen.

Die Dämpfe des Broms können nicht die Verbrennung unterhalten. Eine angezündete Kerze, welche man in eine solche Atmosphäre eintaucht, erlöscht in dieser bald; vor dem Verlöschen brennt sie aber mit einer an der Basis grünen und an dem oberen Theile röthlichen Flamme, wie es im Chlorgase der Fall ist.

Das Brom löst sich in Wasser, in Alkohol und besonders in Aether auf. Schwefelsäure löst von demselben nur sehr geringe Mengen *). Olivenöl wirkt auf dasselbe sehr langsam. Es röthet nicht die Lackmustinktur, aber es entfärbt dieselbe schnell, beinahe eben so augenblicklich, wie das Chlor. Die Auflösung des Indigo in Schwefelsäure wird gleichfalls durch dasselbe entfärbt.

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

---

## XIII.

### *Ueber die Aufbewahrung von trocknen Gasarten über Quecksilber;*

von Herrn Faraday.

Da man einen von mir angestellten und unter meinem Namen angeführten Versuch für interessant genug gehalten hat, um seine Richtigkeit zu bezweifeln, so bin

*) Man kann diese Eigenschaft benutzen, um das Brom in unvollständig geschlossenen Gefäßen aufzubewahren, weil die leichtere Schwefelsäure ein Hinderniß für seine Verdampfung wird.

ich veranlaſst worden ihn zu wiederholen, und wenn auch der frühere Verſuch nicht von mir bekannt gemacht iſt *), ſo bin ich doch geneigt, den ſpäteren und

*) Hr. Faraday bezieht ſich hier ohne Zweifel auf einen Aufſatz im Journ. of Science No. XXXIX, worin Hr. Daniell auf p. 86 einen ähnlichen Verſuch, wie den hier beſchriebenen, unter Hrn. Faraday's Namen angeführt hat. Hr. Daniell beſtreitet nämlich daſelbſt den früher (ſ. d. Ann. Bd. 72. S. 372) von Hrn. Humphry Davy aufgeſtellten Satz, daſs das Queckſilber, wie andere Flüſſigkeiten, Luft auflöſen und mittelſt einer ſolchen Abſorbtion Luft in das Vacuum der Barometer gebracht werden könne, indem er dagegen behauptet, daſs die Luft zwiſchen dem Queckſilber und der Glasröhre eindringe und auf dieſem Wege zum Vacuo gelange. Zur Stütze dieſer Behauptung beruft Hr. D. ſich auf den eben erwähnten Verſuch des Hrn. F., auſserdem aber noch auf einen Verſuch von Hrn. Bellani (Giornale di fisic. Vol. VI. p. 20), dem zu Folge eine Portion Queckſilber, welche zuvor mit Luft und Waſſer geſchüttelt, in gewöhnlicher Temperatur getrocknet und dann mittelſt eines dazu geeigneten Trichters auf den Boden einer mit Queckſilber gefüllten und darauf ausgekochten Barometerröhre gebracht worden war, keine Luft gegeben hatte, als nachgehends die Röhre umgekehrt und ihr oberes Ende ſtark erhitzt wurde. Dieſs ſind auch gewiſs die ſtärkſten Beweisgründe, die Hr. Daniell für ſeine Meinung beigebracht hat. Seine eignen Verſuche können bei dieſem Streite im Grunde nichts entſcheiden, da ſie ſich eben ſowohl für die eine, wie für die andere Anſicht gebrauchen laſſen und auch wirklich gebraucht ſind, indem ſie ſehr nahe mit einem der Verſuche zuſammenfallen, durch welchen Hr. Davy zu der Annahme einer Abſorbtionsfähigkeit des Queckſilbers für die Luft geleitet worden iſt. Hr. Daniell beſchränkte ſich nämlich darauf, Queckſilber in einer Röhre auszukochen, die Röhre, in einem Queckſilberbaſſin und unten geöffnet, der Luft auszuſetzen und nun die Depreſſion dieſes ausgekochten Queckſilbers

genaueren der Oeffentlichkeit zu übergeben; weil er einen ſtrengen Beweis liefert, wie ſchwer ſich trockne Gasarten durch Queckſilber allein abſperren laſſen. In

mit der von unausgekochtem in einer andern Röhre meſſend zu vergleichen, wobei er denn ſand, daſs die erſtere bald der letzteren gleich wurde, und ſich auch alsdann das ausgekochte Queckſilber beim Erhitzen wiederum mit Luftblaſen bekleidete. Indeſs iſt wohl nicht zu läugnen, daſs ein anderer Verſuch des Hrn. Davy, wo friſch gekochtes und an der Luft erkaltetes Queckſilber beim Erhitzen in einer Barometerröhre Luftblaſen gab, obgleich es zuvor ganz dicht an dieſelbe angeſchloſſen hatte, ſich eben ſo gut durch eine der Glasröhre noch adhärirende Luftſchicht, als durch eine im Queckſilber aufgelöſte Portion von Luft erklären läſst. Auch iſt es wohl wahrſcheinlich, daſs, wenn wirklich Luft in das Vacuum der Barometer übergeführt wird, anders als auf roh mechaniſchem Wege durch äuſsere Umſtände, es nur in der von Hrn. Daniell angedeuteten Art geſchieht; doch mag die Entſcheidung dieſes Punktes denen überlaſſen bleiben, die über ihn aus eigner Erfahrung reden können.

Um das Aufſteigen der Luft zwiſchen dem Queckſilber und dem Glaſe bei Barometerröhren zu verhüten, empfiehlt Hr. Daniell a. a. O. p. 88 an die Mündung der Röhren einen Ring oder kurzen Cylinder von Platin anzuſchweiſsen und die Füllung alsdann wie gewöhnlich auszuführen. Das Queckſilber, indem es ſich mit dem Platin amalgamirt, ſchlieſst nun dicht an die Röhre an und verſtattet der Luft keinen Eintritt; auch ſoll das Platin hiebei nicht merklich aufgelöſt werden. Dieſs ſinnreiche Mittel iſt indeſs nur auf Gefäſsbarometer anwendbar; bei Heberbarometern, wo ein ſolches in mancher Hinſicht noch wünſchenswerther wäre, würde dadurch die Beobachtung am unteren Schenkel gehindert, es ſey denn, man befeſtigte den Platin-Ring oder -Cylinder in der Queckſilberſäule ſelbſt, unterhalb der Kuppe.

Hr. Faraday hält es für wahrſcheinlich, daſs bei ſeinen

einer auf der Queckſilberwanne befindlichen Flaſche wurden zwei Volumina Waſſerſtoffgas mit einem Volum Sauerſtoffgas gemiſcht und mit geſchmolzenem Chlorcalcium in Berührung gebracht, um alles hygrometriſche Waſſer zu entfernen. Nun wurden von Glasflaſchen, die ungefähr drei Unzen faſsten, drei ausgeſucht, deren Glasſtöpſel ſehr genau in ſie eingerieben waren; dieſe wurden gut gereinigt, getrocknet und alles Fett von den Stöpſeln entfernt. In dieſe Glasflaſchen wurde über der Queckſilberwanne ſo viel von dem Gasgemiſch gebracht, daſs ſie ungefähr zu vier Fünftel davon gefüllt wurden, während das Queckſilber den übrigen Raum einnahm. Die Stöpſel wurden dann wieder eingeſteckt, ſo dicht als es geſchehen konnte; die Flaſchen in umgekehrter Stellung in Gläſer gebracht, und Queckſilber rund um die Stöpſel und

Verſuchen jede Gasart einen gleichen Ausweg gefunden haben würde, wie das Waſſerſtoffgas, und dieſer Meinung läſst ſich auch wohl geradezu nichts entgegenſetzen. Indeſs wäre es nicht unmöglich, daſs bei dieſen Verſuchen auch die vom Hofrath Döbereiner entdeckte Eigenſchaft der capillaren Räume mitgewirkt hatte. Hofr. D. fand nämlich (ſ. deſſen Schrift: Ueber neu entdeckte, höchſt merkwürdige Eigenſchaften des Platins und die pneumatiſch-capillare Thätigkeit geſprungener Gläſer (Jena 1823)), als er Waſſerſtoffgas über Waſſer in Glasgefäſsen aufbewahrte, die einen Riſs hatten, daſs das Gas aus dieſen Gefäſsen entwich und das innere Niveau des Waſſers, anſcheinend allen Geſetzen der Hydroſtatik zuwider, um faſt 3 Zoll gehoben wurde. Atmoſphäriſche Luft, Sauerſtoffgas und Stickgas zeigten unter gleichen Umſtänden die Erſcheinung nicht. Dieſe Entdeckung hat die Welt nicht ſo in Bewegung geſetzt, wie die zugleich mit ihr bekannt gemachte, iſt aber dennoch nicht minder merkwürdig, als jene. *P.*

Hälſe gegoſſen, bis es beträchtlich über ihnen ſtand, doch nicht ganz ſo hoch, als der Spiegel des Queckſilbers innerhalb. So vorbereitet wurden ſie in einen dunkeln Schrank geſetzt und dieſer darauf verſiegelt. Dieſs geſchah am 28. Juni 1825, und am 15. Sept. 1826, alſo nach einem Zeitraume von 15 Monaten, wurden ſie unterſucht. Die Siegel waren unverletzt und die Flaſchen fanden ſich genau ſo, wie ſie hineingeſetzt waren; das Queckſilber ſtand noch inwendig höher als auswendig. Eine der Flaſchen wurde in die Queckſilberwanne gebracht und ein Theil ihres gaſigen Inhalts herausgenommen. Bei der Unterſuchung zeigte ſich, daſs dieſer aus gemeiner Luft beſtand und daſs keine Spur von dem urſprünglichen Gemiſch von Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas in der Flaſche geblieben war. Eine zweite wurde auf dieſelbe Art unterſucht und es ergab ſich, daſs ſie noch etwas von der verpuffenden Miſchung enthielt. Ein Theil davon mit einem Stück Platinſchwamm in die Röhre gebracht, bewirkte ein dunkles Glühen des Platins; es fand keine Verpuffung Statt, wohl aber eine Verringerung von etwas weniger als die Hälfte. Der Rückſtand unterhielt das Brennen ein wenig beſſer, als gemeine Luft. Dem Anſcheine nach war alſo von der Miſchung aus Sauerſtoff- und Waſſerſtoff-Gas faſt die Hälfte entwichen und durch gemeine Luft erſetzt worden. Die dritte Flaſche, auf ähnliche Art unterſucht, lieferte gleichfalls eine verpuffende Miſchung, und es fand ſich bei der Probe, daſs es beinahe zwei Fünftel von dem Sauerſtoff-Waſſerſtoffgas-Gemiſch enthielt und der Reſt ein wenig reicher an Sauerſtoff war, als gemeine Luft.

Es läſst ſich wohl nicht gut annehmen, daſs die Fähigkeit, zwiſchen Glas und Queckſilber zu entweichen, auf die hier unterſuchte Miſchung eingeſchränkt ſey; vielmehr iſt es wahrſcheinlich, daſs jede andere Gasart, welche keine Wirkung auf Queckſilber und Glas beſitzt, einen ähnlichen Ausweg gefunden haben würde. Es iſt auch aller Grund da, zu glauben, daſs eine geringe Menge Fett um die Stöpſel dieſe völlig dichthaltend gemacht haben würde. (Journ. of Science No. XLIII. 220.)

---

## XIV.

*Notiz in Betreff der Abhandlung über die Fluſsſpathſäure und deren merkwürdigſte Verbindungen; von J. J. Berzelius.*

[Aus einem Schreiben des Hrn. Verfaſſers an den Herausgeber.]

— Die Fortſetzung meiner Verſuche über die Verbindungen der Fluſsſpathſäure, welche ich in der letzten Abtheilung meiner Abhandlung über dieſelben verſprochen habe, finde ich mich jetzt genöthigt, entweder ganz zu unterdrücken, oder auf längere Zeit zu verſchieben. Ein ausgezeichneter franzöſiſcher Chemiker, welcher durch einige zu dieſer Fortſetzung gehörende, vor der Zeit und unvollſtändig bekannt gemachte Verſuche über das Verhalten des Chroms zum Chlor im Vergleich mit deſſen Verhalten zum Fluor, ſcheint überraſcht worden zu ſeyn, hat dieſe Materie aufgenommen und die Fortſetzung derſelben zum Gegenſtand ſeiner Unterſuchung gemacht, auch geeilt, die vorläufig von ihm gefundenen Reſultate bekannt zu machen. Die Wiſſenſchaft iſt das freieſte aller Felder für die Beſchäftigung des Menſchen; ich habe folglich kein Recht, mich zu beklagen, daſs ein Anderer denſelben Stoff zum Gegenſtande ſeiner Forſchung machte, auf den ich eine mehrjährige Arbeit verwand-

te. Nur das mufs ich beklagen, dafs meine Lage, in Bezug auf den Mittelpunkt für Europas gelehrte Mittheilungen, mich nöthigt, als billige Vorficht, um nicht meine Zeit mit etwa fchon bekannten Unterfuchungen zu verfchwenden, fowohl diefe, als auch jede andere Unterfuchung aufzugeben, von der ich benachrichtigt bin, dafs fie ein Anderer in der Nachbarfchaft des Mittelpunktes gelehrter Mittheilungen vorgenommen hat. — —

---

## XV.

*Notiz in Bezug auf den Auffatz: Ueber eine Unvollkommenheit in der bisherigen Theorie der Ebbe und Fluth; vom Hrn. Staatsrath, Ritter und Profeffor Parrot, Mitglied der K. Akademie der Wiffenfchaften zu St. Petersburg.*

**(Aus einem Schreiben des Hrn. Verfaffers an den Herausgeber.)**

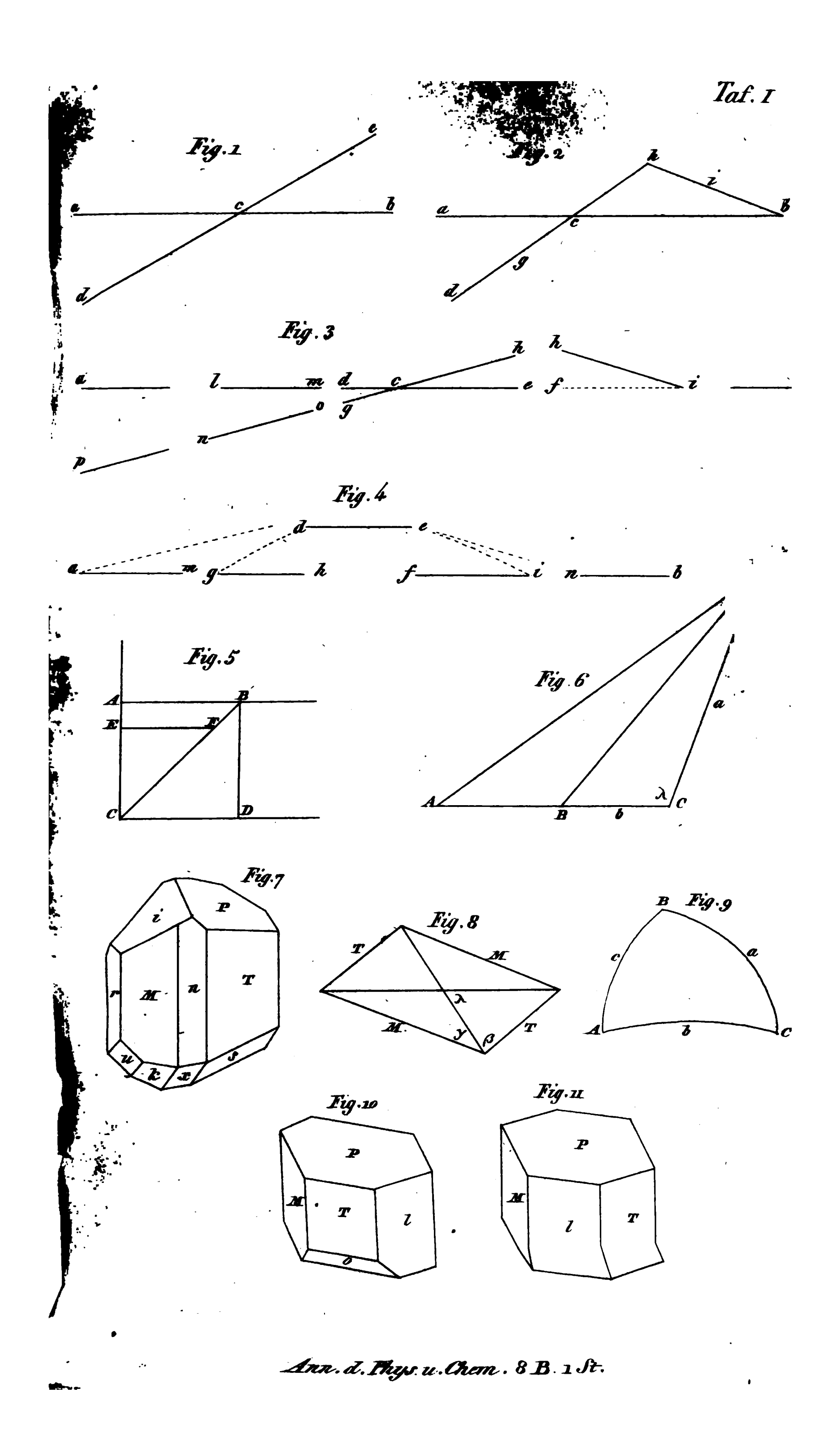
Als ich Hrn. Hofrath Gaufs in meinem Auffatze über die Lehre der Ebbe und Fluth erfuchte, fich über meine Zweifel gefälligft zu erklären, zog es diefer berühmte Gelehrte vor, diefen Gegenftand in Privat-Briefen mit mir zu verhandeln.

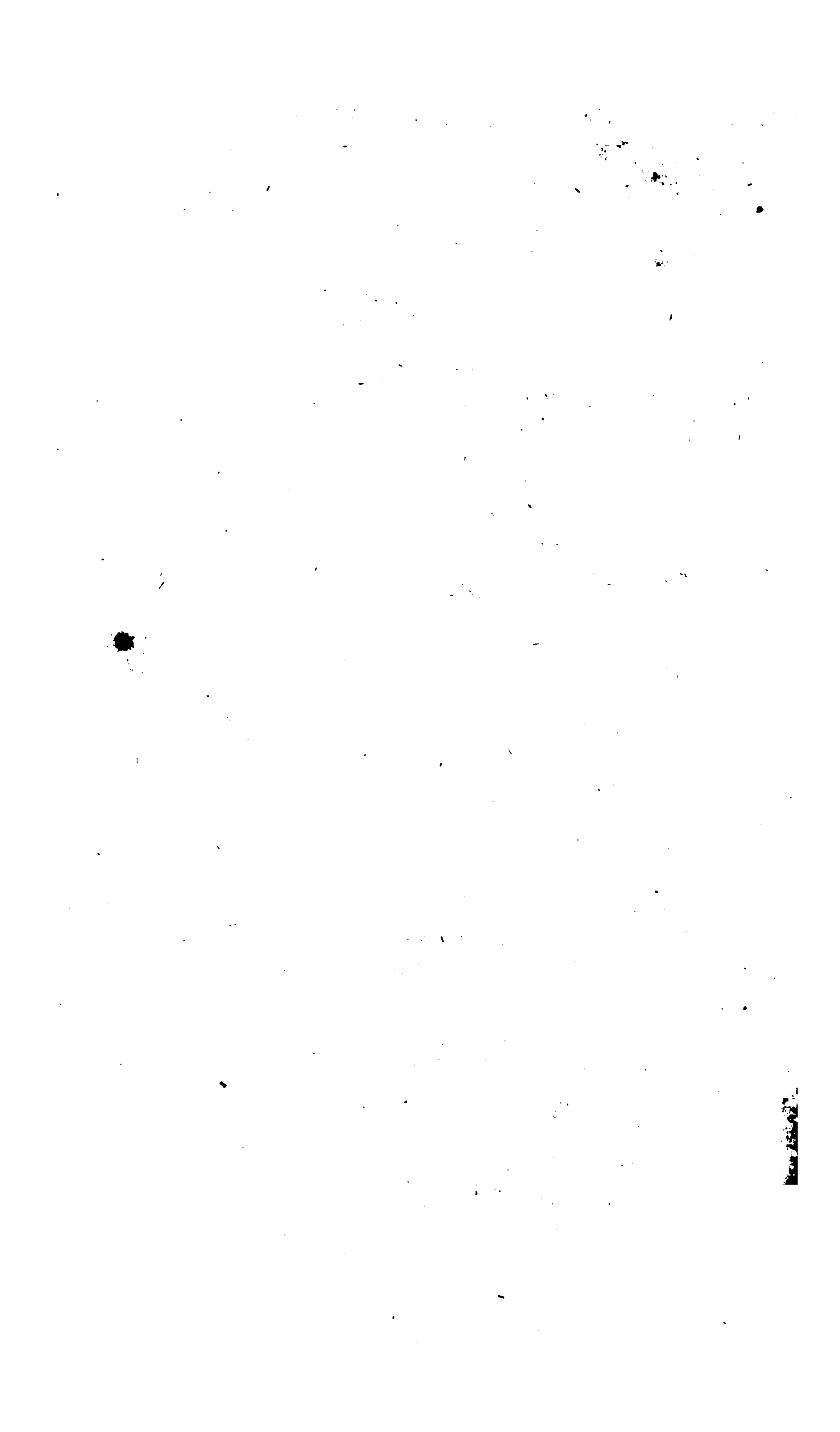
Der Erfolg diefer mir fo fchätzbaren Correfpondenz war, dafs der gewöhnliche Vortrag, auch durch die Erläuterungen des Hrn. Prof. Gaufs unterftützt, mir nicht genügend erfchien. Dagegen hat diefer eben fo gefällige als tiefdenkende Mathematiker mir ein anderes, ihm wahrfcheinlich eigenthümliches, Princip der Erklärung zur Theorie der Ebbe und Fluth geliefert, das nach meiner Ueberzeugung keinen Zweifel zurückläfst.

So fehr ich wünfche, dafs daffelbe zur allgemeinen Kenntnifs komme, fo enthalte ich mich doch der Publication deffelben, welche nur aus der Feder feines Erfinders jedem Gelehrten am willkommenften feyn mufs.

*Parrot,*
Mitglied der K. Akademie der Wiffenfchaften zu St. Petersburg u. Dorpater Prof. emerit.

---


Fig. 1
a
b
c
d
e
Fig. 2
a
b
c
d
g
k
i
Fig. 3
a
l
m
d
c
h
e
f
h
i
o
g
n
p
Fig. 4
d
e
a
m
g
h
f
i
n
b
Fig. 5
A
B
E
F
C
D
Fig. 6
a
A
B
b
λ
C
Fig. 7
i
P
M
n
T
r
u
k
x
s
Fig. 8
T
M
λ
M
y
β
T
Fig. 9
B
c
a
A
b
C
Fig. 10
P
M
T
l
o
Fig. 11
P
M
l
T



ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1826, ZEHNTES STÜCK.

# I.

## *Ueber die durch den Barometerstand zu bemerkenden und täglich in regelmäßsigen Perioden geschehenden Veränderungen der Erdatmosphäre;*

von

G. G. Hällström *).

Es sind bereits 162 Jahre verflossen, seitdem der Dr. John Beale in England die Entdeckung machte, daſs das Barometer oftmals, im Winter wie im Sommer, an kalten Morgen höher stehe, als in den wärmeren Mittagsstunden **), und diese Entdeckung wurde 74 Jahre später durch Godin und Condamine bestätigt, als dieselben während ihres Aufenthaltes zu

*) Aus den Kongl. Vetensk. Acad. Handling. für 1826 St. I. frei übersetzt. [Eine analoge Arbeit wie die vorliegende ist kürzlich vom Hrn. v. Humboldt im neuesten Theile seines Reisewerkes bekannt gemacht. Was von derselben zur Vervollständigung der gegenwärtigen Abhandlung dienen kann, soll, wo möglich, am Schlusse dieser hinzugefügt werden P.]

**) Philosophic. Transact. Vol. I. für d. J. 1665 et 1666 No. 9. p. 157.

Quito im Jahre 1738 durch fortgesetzte Beobachtungen fanden, daſs das Barometer täglich um 9 Uhr Morgens am höchsten und um 3 Uhr Nachmittags am tiefsten stehe, im Mittel um 1¼ par. Lin. von einander verschieden *). Diese Erscheinung veranlaſste den Schluſs, daſs der Druck der Erdatmosphäre an jedem Tage periodisch ab- und zunehme und in der Luftmasse eine eben so regelmäſsige Schwankung Statt finde, wie im Weltmeere die Ebbe und Fluth. Man fand bald, daſs diese Schwankung, so wie die Wirkung derselben auf das Barometer vorzüglich der Anziehung der Sonne zuzuschreiben sey, auch sah man ein, daſs sie in den Aequatorialregionen am merklichsten seyn müsse, theils weil dort die Sonne mehr wie anderswo winkelrecht gegen die Erde wirkt und hiedurch eine gröſsere Hebung und Senkung in der Luft entsteht, theils weil dort die zufälligen, von der Witterung herrührenden, Barometerveränderungen gering, ja fast unmerklich sind, und dadurch die periodischen Oscillationen allein sichtbar bleiben. Weil jedoch die letzteren selbst unter dem Aequator nicht beträchtlich sind, so schloſs man, müſsten sie unter höheren geographischen Breiten unmerklich werden, und um so mehr, je weiter von den Tropen, besonders da die zufälligen Veränderungen der Luft immerfort an Gröſse zunehmen, sich mit den regelmäſsigen Oscillationen vermischen und diese, wenn sie auch daselbst Statt fänden, verstecken würden. Eine zu strenge Beachtung dieser theoretischen Ansicht machte, daſs man in den ge-

*) Journal du Voyage à l'équateur; par Mr. de la Condamine, à *Paris* 1751. p. 50 et 109.

mäſsigten Zonen lange alle Forſchungen nach den regelmäſsigen Oscillationen bei Seite ſetzte, und ſo verging ein halbes Jahrhundert, bevor man in Europa angab, eine ſichere Anzeige von ihnen bemerkt zu haben.

Es war nämlich erſt zu Anfange des Jahres 1780, nachdem der Sinn zu Forſchungen über die Veränderungen in der Erdatmoſphäre die meteorologiſche Geſellſchaft zu Manheim gebildet hatte, als einige Phyſiker in Italien und Deutſchland anfingen, ihre Barometerbeobachtungen genau zu unterſuchen, und ſie ſich dadurch überzeugten, daſs auch bei ihnen die täglichen Perioden in dem Drucke der Luft zu bemerken ſeyen. Die desfallſigen Angaben wurden anfänglich nicht allgemein geglaubt, vermuthlich weil ſie nicht unter ſich in allen Theilen völlig übereinſtimmten. Selbſt in ſpätern Zeiten wurden ſie noch von dieſem oder jenem bezweifelt. Die Behauptungen von Toaldo wurden von Friſi beſtritten. Planer fand, daſs das Barometer von 10 Uhr Morgens bis 2 Uhr Nachmittags und von 10 Uhr Abends bis 2 Uhr Morgens mehr falle und weniger ſteige, daſs es dagegen am Morgen und Abend von 6 bis 10 Uhr mehr ſteige und weniger falle, wie an den übrigen Tageszeiten. Chiminello gab an, daſs das Barometer um Mittag und um Mitternacht falle; Henner aber, daſs es am Tage wie in der Nacht, zwiſchen 11 und 1 Uhr mehr falle und weniger ſteige, als zu andern Zeiten *). Cassan dagegen, welcher zu St. Lucie die periodiſchen Schwankungen des Barometers beobachtete, gab die-

*) Gren's Journ. der Phyſik B. II. 1790. S. 218.

selben als unregelmäſsig an und läugnete noch im Jahre 1791, daſs sie in den gemäſsigten Zonen zu bemerken wären *). Daſſelbe wurde 19 Jahre ſpäter in v. Zach's monatlicher Correſpondenz für März 1810 p. 225 behauptet. Lachapelle hielt ſich durch ſeine in Montauban gemachten Beobachtungen überzeugt, daſs das Barometer um 7 Uhr Vormittags ſteige, um 2½ Uhr Nachmittags falle, um 10½ Uhr Nachmittags wiederum ſteige und nach Mitternacht abermals falle **). Unter Ramond's Angaben ſcheinen einige Widerſprüche zu herrſchen. Bei den Pyrenäen fand er im J. 1802 und 1803, daſs das Barometer, im Winter, von 9 Uhr Vormittags bis 3 Uhr Nachmittags falle und von 3 bis 9 Uhr wieder ſteige, daſs es aber im Sommer von 8 Uhr Morgens bis 4 Uhr Nachmittags falle und von 4 bis 8 Uhr wiederum ſteige, und der Unterſchied zwiſchen dem höchſten und niedrigſten Stande *ein* Millimeter betrage ***). Dieſs ſtimmt mit dem Verhältniſſe in wärmeren Ländern einigermaſsen überein, beſonders wenn man die angeführten Stundenzahlen nur als ungefähre Angaben in runden Zahlen betrachtet. Dagegen gab er für *Clermont-Ferrand* an, daſs das Barometer früh Morgens am höchſten ſtehe, ſich dann am Vormittage und ein wenig am Nachmittage ſenke, wiederum am Abend ſteige, ohne jedoch dieſelbe Höhe wie am Morgen zu erreichen, und gleich darauf falle, um nach Mitternacht bis zu ſeinem Maximum am Morgen zu ſteigen. Der mitt-

*) Gren's Journ. der Phyſik Bd. III. S. 109.

**) Gilbert's Annalen der Phyſik Bd. II. S. 362.

***) Gilber's Annalen Bd. XXXII. S. 224.

sere Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Stande sollte *ein* Millimeter betragen *). Diese Angaben scheinen nicht ganz dem richtigen Verhältnisse zu entsprechen. Horsburgh nahm auf einer Reise von London nach Bombay und Canton i. J. 1802 und 1803 die täglichen periodischen Barometerveränderungen sogleich wahr, wie er unter die Tropen kam. Er fand, dass das Barometer von 8 bis 12 Uhr Morgens unverändert und am höchsten stehe, dass es dann bis 4 Uhr Nachmittags falle, darauf bis 9 oder 10 Uhr steige, bis Mitternacht stillstehe und nun abermals bis 4 Uhr Morgens falle. Er fügte die Bemerkung hinzu, dass diese Veränderungen, so lange er im Hafen liegen blieb, oder als das Barometer auf das Land gebracht wurde, nicht wahrgenommen werden konnten **). Eschwege fand zu Villa Ricca in Brasilien (unter 21° südl. Br. u. 27° westl. Länge von Ferro) das Barometer am Morgen und Abend um 9 Uhr am höchsten, um 3 Uhr Nachmittags am niedrigsten und stillstehend in der Nacht ***). Dr. Parrot giebt an, nach 14tägigen Beobachtungen zu Mailand, dass das Barometer am Vormittage von 6 bis 11 Uhr um 1,18 Millimeter steige, von da bis 4½ Uhr Nachmittags falle, sodann bis gegen Mitternacht steige und darauf bis 6 Uhr Morgens wiederum falle †).

Alle die bis jetzt angeführten Angaben sind nur

*) Gehlen's Journal für die Chemie, Physik und Mineralogie Bd. VIII. S. 501.

**) Philosophic. Transact. für 1805. Pt. II. p. 177.

***) Gilbert's Annalen Bd. LIX. S. 119.

†) Reise in den Pyrenäen im J. 1817. p. 199.

ungefähre Angaben eines Verhältnisses, welches durch eine grosse Anzahl zweckmäsig angestellter Beobachtungen näher bestimmt werden muss. Diese Bestimmung muss natürlich zuerst bei den Orten versucht werden, wo das Phänomen sich am deutlichsten äussert. Deshalb sind die Angaben, die man über den Barometerstand in den Aequatorialregionen, so wie im Allgemeinen über den zwischen den Wendekreisen besitzt, von grossem Werthe, besonders wenn sie zugleich vollständig genug sind, dass sie zu einem wissenschaftlichen Zwecke gebraucht werden können. Aber nicht weniger wichtig sind die in höheren Breiten angestellten Beobachtungen, theils weil sie zeigen, dass sich diese Schwankungen auch hieselbst wiederfinden, theils auch weil sie die darin Statt findenden Veränderungen kennen lehren. Um diesen Gegenstand aufzuhellen, habe ich mich bemüht, von mehreren Orten Materialien zu sammeln, und werde hier darzustellen suchen, wozu ich diese und meine eigenen Beobachtungen angewandt habe.

Unter denen, die über die Veränderungen der Erdatmosphäre Beobachtungen hinterlassen haben, die vollständig genug sind, dass sie zu einer Berechnung gebraucht werden können, haben einige bloss zwischen den Tropen, andere bloss ausserhalb denselben beobachtet. Lamanon machte in dieser Absicht Barometerbeobachtungen am stillen Meere, zwischen 1° 5′ nördlicher und 1° 34′ südlicher Breite und unter 181° 40′ Länge (der Vermuthung nach westlich von Paris) zugleich mit Thermometerbeobachtungen für jede Stunde des Tages. Diese Beobachtungen schränken sich jedoch auf 4 Tage im September des Jahres

1785 ein *). Auf Veranlassung von Trail und Farquhar, die hierüber ihre Erfahrung mitgetheilt hatten, zeichnete Dr. Balfour den Barometerstand in Calcutta (22° 35′ N. Br. und 86° 9′ O. L. v. Paris) auf, fast zu allen Stunden während der 30 Tage vom 31. März bis 29. April 1794, liefs aber ausser Acht, die Temperatur des Barometers bei den Beobachtungszeiten anzugeben **). Ungeachtet dieser nicht geringen Mangelhaftigkeit sind diese Beobachtungen dennoch von vorzüglichem Werth, deshalb, weil sie für einen Ort gelten, der fast diametral denjenigen Regionen gegenüberliegt, aus welchen in den Tropenländern die meisten Beobachtungen dieser Art mitgetheilt sind. — v. Humboldt's Beobachtungen aus den Aequatorialregionen in Südamerika sind, auf 0° C. reducirt, durch das Resultat einer von Prony angestellten Rechnung bekannt ***). Wie diese Rechnung bewerkstelligt worden und wie die Originalbeobachtungen beschaffen sind, habe ich nirgendwo angegeben gefunden. Es fehlt nicht an Grund, zu wünschen, dafs sie aufs Neue berechnet werden könnten. — Horner, als er Krusenstern auf seiner Reise um die Erde begleitete, zeich-

*) Gilbert's Annalen Bd. VI. S. 201.

**) Asiatic Researches Lond. 1807. Vol. IV. p. 189, nicht Vol. X. p. 190, wie nach Farquhar von mehreren Schriftstellern unrichtig citirt wird.

***) In des Ersteren Voyage Part. IV. Astron. T. I. p. 289; man vergl. auch dessen Geographie des Plantes p. 90 u. f. w. [Die Beobachtungen des Hrn. v. Humboldt sind jetzt im neuesten Theile der Relation historiq. dem Publikum überliefert. P.]

nete unter dem Beiſtande von Langsdorff den Baro- und Thermometerſtand 61 Tage hindurch auf, vom 16. April bis zum 25. Juni, zwiſchen 25° ſüdl. und 27° nördl. Breite und zwiſchen 107° und 186° weſtl. Länge von Paris *). Dieſe Beobachtungen ſind ohne Widerrede die beſten und wichtigſten, welche man über dieſen Gegenſtand aus den weſtlichen Tropenregionen beſitzt. — Simonoff (Profeſſor in Kaſan), welcher auf der ruſſiſchen Corvette Wostock den Kapitain Bellinghausen auf ſeiner Reiſe um die Welt begleitete, beobachtete den Barometerſtand und die Temperatur bei der Inſel *Otahaiti* im Südmeere (17° 29′ ſüdl. Breite u. 151° 50′ weſtl. Länge von Paris) zu jeder Stunde während der ſieben Tage vom 23. bis 29. Juli 1820. Dieſe Beobachtungen gelten für dieſelben Regionen, für die Horner ſeine Barometerbeobachtungen angeſtellt hat, und deshalb müſſen ſich die Angaben beider gegenſeitig controliren. — Die meiſten dieſer Beobachtungen ſind zwar nur eine ziemlich kurze Zeit hindurch angeſtellt, und ſie umfaſſen alſo auch nicht alle Jahreszeiten; allein dennoch kann man das Reſultat derſelben als ſehr belehrend und in mancher Hinſicht als genügend betrachten, weil bekanntlich, wie ſchon bemerkt worden, in den Aequatorialregionen faſt keine zufällige Barometerveränderungen wahrnehmbar ſind und die periodiſchen Oscillationen alſo nicht von ihnen geſtört wer-

*) Mémoires de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Petersbourg T. I. p. 450 etc. und Krusensterns Reiſe um die Welt, St. Petersburg 1812. 3. Thl. S. 154 etc.

den, weshalb denn diese sich in kürzerer Zeit bestimmen lassen.

Was nun die Frage über das Daseyn der Luftoscillationen unter höheren Breiten betrifft, so haben, wie schon bemerkt, mehrere Naturforscher vermuthet, sie könnten nicht am Barometer wahrgenommen werden, ohne Zweifel aus dem Grunde, weil die zufälligen mit dem Wetterwechsel zusammenhängenden Barometerveränderungen immer mehr und mehr gegen den Pol hin wachsen, die regelmäfsig periodischen hingegen abnehmen, und dadurch die letztern versteckt, ja vielleicht ganz unterdrückt werden. Deshalb hat es auch lange Zeit für fruchtlos gegolten, auf solche Beobachtungen in dem nördlichen Theile der Erde Mühe zu verwenden. Dagegen hielten es andere für wahrscheinlich, dafs man durch eine grofse Menge von Beobachtungen die täglich constant wiederkehrenden Aenderungen bemerkbar machen könnte, da die zufälligen Stöfse sich vermuthlich dabei gegenseitig aufheben würden. Und in Wahrheit wurde diese Vermuthung schneller, als anfänglich zu erwarten stand, vollkommen bestätigt gefunden; indem man die Erfahrung machte, dafs man sich schon innerhalb eines Monates von der Richtigkeit derselben überzeugen könnte. Indefs ist leicht einzusehen, dafs längere Zeit hindurch fortgesetzte Beobachtungen nöthig sind, um die Gesetze dieser Erscheinung sicher kennen zu lernen. Die Beobachtungen, welche hiezu pafslich sind und ich Gelegenheit gehabt habe, kennen zu lernen, sind folgende: — Chiminello zeichnete den Barometerstand zu Padua im Laufe der Jahre 1778, 1779 u. 1780, 420 Tage hindurch zu 18 Stunden am

Tage auf, und mittelst dieser füllte er durch Interpolation die in den Nachtstunden gebliebenen Lücken aus. Ob er die beobachteten Stände zugleich auf eine und dieselbe Temperatur reducirt habe, sagt er nicht ausdrücklich; allein es wird dadurch wahrscheinlich, daſs er, um zu seinem Behufe eine solche Reduction leichter zu bewerkstelligen, die Linien seines Barometers, nach der Methode von De Luc, in 160 Theile getheilt hatte. Nach dem mittleren Resultate aus diesen Beobachtungen zeichnete er eine Curve, um die Beschaffenheit der periodischen Aenderungen anschaulich zu machen *). — Von dieser Zeit an verflossen vierzig Jahre, ohne daſs recht zweckmäſsige Materialien zur näheren Untersuchung des in Frage stehenden Unternehmens für Europa zum Vorschein kamen, bis v. Yelin in München seine stündlichen Barometerbeobachtungen für die Monate August bis December 1819 und Januar bis März 1820 bekannt machte, und für diesen Ort das in südlichen Ländern bekannte Verhältniſs bestätigte **). Je nördlicher ein Beobachtungsort liegt, desto nothwendiger wird es aus doppeltem Grunde, bei jeder Barometerbeobachtung die Temperatur aufzuzeichnen. Mit der geographischen Breite wächst der Unterschied zwischen der Temperatur am Tage und in der Nacht, und bei den täglichen periodischen Veränderungen des Barometers wird der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Stande verringert. Es kann daher der Fall eintreten,

*) Ephemerides Societatis Meteorolog. Palatinae T. IV. p. 230.

**) Versuche und Beobachtungen zur näheren Kenntniſs der Zambonischen trocknen Säule. München 1820. S. 59.

und desto eher, je nördlicher der Beobachtungsort liegt, daſs die Wirkung der Wärme auf die Quecksilbersäule vielfach die durch cosmische Ursachen bewirkten periodischen Veränderungen des Barometers übertrifft und man also Gefahr läuft, von einer nur scheinbaren Periodicität einer ganz anderen Art, als der gesuchten, irre geleitet zu werden. Die zuletzt genannten Beobachtungen können von dieser miſsleitenden Wärmewirkung nicht befreit werden, weil die Temperatur nur im Mittel des ganzen Tages angegeben ist; deshalb scheinen auch diese Barometerbeobachtungen mehr für die periodischen Schwankungen zu beweisen, als sie wirklich leisten. — Den einige Jahre später zu *Paris* und Halle angestellten Barometerbeobachtungen geht wiederum die Vollständigkeit ab, welche zu der in Frage stehenden Untersuchung nöthig ist. Daſs sie jedoch nicht ganz unbrauchbar seyen, soll hier weiterhin an seinem Orte gezeigt werden. Aeuſserst ungern vernimmt man aber, daſs die Beobachtungen noch nicht zugänglich sind, welche Flaugergues zu Viviers unter 44° 29′ nördl. Breite sechszehn Jahre hindurch angestellt hat, um die Wirkung des Mondes auf den Druck der Atmosphäre zu bestimmen, welche Wirkung nach ihm einer weiteren Bestätigung durch länger fortgesetzte Beobachtungen bedarf *). — Endlich hat man auch durch die Nordpol-Expedition von Parry einige Angaben erhalten, die das in Frage stehende Phänomen für eine sehr hohe Breite wie 74° 45′, unter der die Melville's Insel liegt, zum Theil kennen lehren. Daniell hat dieselben zu-

*) Correspond. astronomiq. du Baron de Zach, Vol. XIII. p. 20.

sammengetragen, in der Absicht, eine von ihm schon früher gemachte Hypothese über die Ursachen und das Verhältniss der periodischen Barometeränderungen auf die Probe zu stellen *). Er leitet sie von den Bewegungen ab, die durch Zunahme der Wärme von den Polen noch zu dem Aequator hin verursacht werden. Er bemerkt, dass, wenn das Wärmeverhältniss in der unteren und oberen Luft unter allen Breiten dasselbe wäre, der Druck der Luft alsdann unveränderlich seyn würde, dass aber eine Wärmeänderung, die auf die unteren und oberen Theile der Luft ungleich wirkt, partielle Ausdehnungen und dadurch periodische Oscillationen erzeugen müsste. Er nimmt jedoch an, dass die letzteren bei einem etwas beträchtlichen Abstande vom Aequator aufhören und dann ein entgegengesetztes Verhältniss bis zum Pole hin eintrete, so dass das Barometer dort sinken müsse zu Zeiten, wo es am Aequator steigt und umgekehrt. Dieses entgegengesetzte Verhalten, meint er, habe bei der Melville's Insel Statt gefunden; wie viel Grund er zu dieser Meinung gehabt, soll weiterhin gezeigt werden. Jetzt mag nur bemerkt seyn, dass von den drei, von ihm angeführten, Beobachtungsreihen nur die, welche seine Tafel III enthält, zu einer vollständigeren Berechnung geeignet ist, wogegen die beiden übrigen, da ihnen die Zwischenglieder fehlen, kein zuverlässiges Resultat geben können. Wenn man nämlich auf eine Ebene die Punkte aufträgt, welche von den dortigen Beobachtungszeiten und daselbst beobachteten Barometer-

*) The Quarterly Journal of Science Literature and Arts, Vol. XVII. p. 192.

ständen als rechtwinklige Coordinaten bestimmt werden, so kann man zwar durch diese Punkte eine krumme Linie ziehen, die der Daniell'schen Hypothese günstig ist; aber weil dieser Punkte nur wenige sind, so hindert auch nichts, eine andere Curve durch sie zu ziehen, die ein derselben widersprechendes Resultat liefert. Diese Beobachtungen scheinen also weder die Hypothese zu bestätigen, noch können sie als Grund dienen, dieselbe zu werfen. Bei der Beobachtungsreihe, die hier dennoch weiterhin zur Berechnung gebraucht worden ist, muss überdiess bemerkt werden, dass nur bei einem Theile derselben die Temperatur angegeben ist, und der Mangel dieser Angabe bei den übrigen macht, dass nicht einmal dieser Theil gebraucht werden kann. Er dient nur, um zu zeigen, dass die Temperaturdifferenzen an den verschiedenen Tageszeiten so bedeutend gewesen, dass die Aufmerksamkeit auf sie eine durchaus unumgängliche Bedingung wird, wenn man für diesen Ort ein etwas zuverlässiges Resultat erhalten will.

Die Beobachtungen, welche die zuvor genannten Naturforscher gesammelt haben, zeigen gewiss schon in ihrem rohen Zustande die Beschaffenheit des in Frage stehenden Phänomens im Allgemeinen an. Will man dasselbe aber genauer und im Einzelnen aus ihnen kennen lernen, muss man erwägen, dass sie unvermeidlich mit mehr oder weniger grossen Beobachtungsfehlern behaftet sind, und dass diese in der Bestimmung der einzelnen Angaben bedeutend irre führen können, wenn sie nicht durch eine schickliche Berechnung, am besten durch die Methode der kleinsten Quadrate, eliminirt werden. Der Gegenstand ist mir

wichtig genug erschienen, um zu einer solchen Berechnung aufzufordern, und da ich willens bin, dieselbe hier auszuführen, so muss es zuerst in Betracht kommen, als welche Function von den Beobachtungszeiten der Barometerstand am passlichsten zu betrachten ist. Da nämlich das Phänomen sich durch zwei Maxima und zwei Minima innerhalb 24 Stunden auszeichnet, dasselbe in allen seinen Theilen in den nächsten 24 Stunden wiederkehrt, und so fort, so sieht man leicht, dass eine Art *Linea Sinuum* die zu den Beobachtungszeiten, als Abscissen, coordinirten Barometerstände am natürlichsten bestimmen wird. Deshalb schien hier eine von Bessel *) zu anderen Zwekken gebrauchte trigonometrische Function vor allen andern angewandt werden zu müssen. Ich nehme folglich an

$$B^{(t)} = \beta + u' \sin\left(t \cdot \frac{2\pi}{n} + v'\right) + u'' \sin\left(t \cdot \frac{4\pi}{n} + v''\right)$$

wo $B^{(t)}$ der Barometerstand für die Zeit $t$ ist, die nach Sitte der Astronomen von 12 Mittags an gerechnet ist, $\beta$ ist der mittlere Stand des Barometers, $n$ die Anzahl der Beobachtungsstunden während des Tages, $\pi$ ein Bogen von 180°; $u'$ und $u''$ sind Zahlencoëfficienten, aber $v'$ und $v''$ Winkel, welche durch die gegebenen Beobachtungsgrössen bestimmt werden müssen. In den meisten hier vorkommenden Fällen ist $n = 24$, und folglich $\frac{2\pi}{n} = 15°$ und $\frac{4\pi}{n} = 30°$, weshalb die obige Gleichung diese Form erhält:

$$B^{(t)} = \beta + u' \sin(t \cdot 15° + v') + u''(t \cdot 30° + v'')$$

*) Dessen Astronomische Beobachtungen, T. I. p. X.

Wird dieſe Function nach der Methode der kleinſten Quadrate behandelt und bezeichnet man mit den römiſchen Ziffern: O, I, II, III, IV etc. die Barometerſtände für die Stunden 0, 1, 2, 3, 4 etc., ſo erhält man folgende Werthe:

$$12\,u'\sin v' \left\{ \begin{array}{l} (\mathrm{I} - \mathrm{XI} - \mathrm{XIII} + \mathrm{XXIII}) \cos 15^\circ \\ (\mathrm{II} - \mathrm{X} - \mathrm{XIV} + \mathrm{XXII}) \cos 30^\circ \\ (\mathrm{III} - \mathrm{IX} - \mathrm{XV} + \mathrm{XXI}) \cos 45^\circ \\ (\mathrm{IV} - \mathrm{VIII} - \mathrm{XVI} + \mathrm{XX}) \cos 60^\circ \\ (\mathrm{V} - \mathrm{VII} - \mathrm{XVII} + \mathrm{XIX}) \cos 75^\circ \\ \qquad \mathrm{O} - \mathrm{XII} \end{array} \right\}$$

$$12\,u'\cos v' \left\{ \begin{array}{l} (\mathrm{I} + \mathrm{XI} - \mathrm{XIII} - \mathrm{XXIII}) \sin 15^\circ \\ (\mathrm{II} + \mathrm{X} - \mathrm{XIV} - \mathrm{XXII}) \sin 30^\circ \\ (\mathrm{III} + \mathrm{IX} - \mathrm{XV} - \mathrm{XXI}) \sin 45^\circ \\ (\mathrm{IV} + \mathrm{VIII} - \mathrm{XVI} - \mathrm{XX}) \sin 60^\circ \\ (\mathrm{V} + \mathrm{VII} - \mathrm{XVII} - \mathrm{XIX}) \sin 75^\circ \\ \qquad \mathrm{VI} - \mathrm{XVIII} \end{array} \right\}$$

$$12\,u''\sin v'' \left\{ \begin{array}{l} \left\{ \begin{array}{l} \mathrm{I} - \mathrm{V} - \mathrm{VII} + \mathrm{XI} \\ \mathrm{XIII} - \mathrm{XVII} - \mathrm{XIX} + \mathrm{XXII} \end{array} \right\} \cos 30^\circ \\ \left\{ \begin{array}{l} \mathrm{II} - \mathrm{IV} - \mathrm{VIII} + \mathrm{X} \\ \mathrm{XIV} - \mathrm{XVI} - \mathrm{XX} + \mathrm{XXII} \end{array} \right\} \cos 60^\circ \\ \quad \mathrm{O} - \mathrm{VI} + \mathrm{XII} - \mathrm{XVIII} \end{array} \right\}$$

$$12\,u''\cos v'' \left\{ \begin{array}{l} \left\{ \begin{array}{l} \mathrm{I} + \mathrm{V} - \mathrm{VII} - \mathrm{XI} \\ \mathrm{XIII} + \mathrm{XVII} - \mathrm{XIX} - \mathrm{XXIII} \end{array} \right\} \sin 30^\circ \\ \left\{ \begin{array}{l} \mathrm{II} + \mathrm{IV} - \mathrm{VIII} - \mathrm{X} \\ \mathrm{XIV} + \mathrm{XVI} - \mathrm{XX} - \mathrm{XXII} \end{array} \right\} \sin 60^\circ \\ \quad \mathrm{III} - \mathrm{IX} - \mathrm{XV} - \mathrm{XXI} \end{array} \right\}$$

aus welchen vier Werthen die unbekannten $u'$, $u''$, $v'$, $v''$ ohne Schwierigkeit beſtimmt werden. Daneben iſt einzuſehen, daſs beide gröſste und beide kleinſte Werthe von $B^{(t)}$ zu den Zeiten $t$ Statt finden, die durch die Gleichung

$$\frac{dB^{(t)}}{dt} = 0 = u' \cos(t.15^\circ + v') + 2u'' \cos(t.30^\circ + v'')$$

beſtimmt werden.

Dieſe Gleichungen, angewandt auf die zuvor beurtheilten Beobachtungen, welche, ſo oft die Temperatur bekannt war, auf eine und dieſelbe Temperatur reducirt, und um einen leichteren Vergleich zu erhalten, in Millimeter verwandelt wurden, gaben folgende Reſultate.

I) Lamanon's Barometerbeobachtungen, zwiſchen 1° 5′ nördlicher und 1° 34′ ſüdlicher Breite, bei 181° 40′ weſtlicher Länge von Paris geben:

$$B^{(t)} = 761^{mm},976 + 0,05011 \sin(t.15^\circ + 128^\circ\ 35') + 1,39945 \sin(t.30^\circ + 157^\circ\ 32')$$

| Zeit | Barometerſtand beobachtet | Barometerſtand berechnet | Unterſchied | Zeit | Barometerſtand beobachtet | Barometerſtand berechnet | Unterſchied |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Millimeter | | mm | | Millimeter | | mm |
| Mittag | 762,671 | 762,552 | −0,119 | XII | 762,823 | 762,472 | −0,351 |
| I | 1,934 | 1,822 | −0,112 | XIII | 2,135 | 1,763 | −0,372 |
| II | 1,058 | 1,142 | +0,084 | XIV | 1,017 | 0,993 | −0,024 |
| III | 0,753 | 0,688 | −0,065 | XV | 1,195 | 0,677 | −0,518 |
| IV | 0,700 | 0,581 | −0,119 | XVI | 0,568[*] | 0,596 | +0,028 |
| V | 0,827 | 0,846 | +0,019 | XVII | 0,644 | 0,886 | +0,242 |
| VI | 1,243 | 1,410 | +0,167 | XVIII | 1,195 | 1,472 | +0,277 |
| VII | 1,703 | 2,119 | +0,416 | XIX | 1,357 | 2,200 | +0,843 |
| VIII | 2,907 | 2,782 | −0,125 | XX | 2,844 | 2,875 | +0,031 |
| IX | 3,237 | 3,219 | −0,018 | XXI | 3,783 | 3,319 | −0,464 |
| X | 3,331 | 3,314 | −0,017 | XXII | 4,007 | 3,413 | −0,594 |
| XI | 3,179 | 3,040 | −0,139 | XXIII | 3,313 | 3,132 | −0,181 |

Daſs ſich hier ſo groſse Unterſchiede zwiſchen den beobachteten und berechneten Barometerſtänden

*) Zwiſchen XV und XVI Uhr wurde die Continuität der Beobachtungen unterbrochen, weil ſie, nur 3 Tage angeſtellt, zu Anfange um 4 Uhr Morgens den 28. Sept. einen niederern Barometerſtand zeigten, als zu gleichen Stunden am letzten Tage, den 1. Oct., wo ſie um 6 Uhr Morgens aufhörten.

zeigen, beruht offenbar darauf, daſs nur wenige Tage zu dieſen Beobachtungen angewandt worden ſind und ſich auch der mittlere Barometerſtand an einer Station verändert hat, ohne hinreichend durch entgegengeſetzte Bewegungen compenſirt worden zu ſeyn. Deshalb beſtimmen auch Lamanon's Beobachtungen die Barometeroscillationen unter dem Aequator nicht ſicher genug. Indeſs können ſie in dieſer Unterſuchung nicht übergangen werden, weil ſie einen intereſſanten Vergleich mit andern Beobachtungen liefern. Dieſer Vergleich wird am leichteſten und ſehr augenſcheinlich, wenn man die durch ſolche Gleichungen gefundenen Reſultate graphiſch darſtellt. Dazu kann man die Beobachtungszeiten als Abſciſſen und die entſprechenden Barometerſtände als rechtwinklige Ordinaten gebrauchen, wo dann die Curve, welche durch die Enden dieſer Ordinaten gezogen wird, die Barometeroscillationen vorſtellt. Eine ſolche Curve zeigt Fig. 1 (auf Taf. II. im nächſten Heft), wo die Länge der Ordinaten über und unter dem mittleren Stande das 50fache ſind von der wirklichen Gröſse der Barometerveränderungen; ein Verhältniſs, welches in allen hier vorkommenden Conſtructionen beibehalten iſt.

Die Gleichung

$$0 = 0{,}05011 \cos(t \cdot 15^\circ + 128^\circ 35') + 2{,}79890 \cos(t \cdot 30^\circ + 157^\circ 32')$$

giebt das

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Minimum bei | $t = 15{,}714$ | $= 3^{h}.42',8$ | Vormitt. u. $B^{(t)}$ | $= 760^{mm},582$ |
| Maximum | - $t = 21{,}746$ | $= 9.44',8$ | - - | $= 763{,}425$ |
| Minimum | - $t = 3{,}783$ | $= 3.47',0$ | Nachmitt. | $= 760{,}572$ |
| Maximum | - $t = 9{,}752$ | $= 9.45',1$ | - - | $= 763{,}326$ |

II) v. Humboldt's Barometerbeobachtungen am Aequator in Amerika, nach Prony's Angaben, aufs Neue berechnet, gaben:

$$B^{(t)} = 761^{mm},991 + 0{,}48669 \sin(t \cdot 15^\circ + 156^\circ) + 0{,}67580 \sin(t \cdot 30^\circ + 147^\circ\, 13')$$

| Zeit | Barometerſtand beobachtet | Barometerſtand berechnet | Unterſchied | Zeit | Barometerſtand beobachtet | Barometerſtand berechnet | Unterſchied |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Millimeter | | mm | | Millimeter | | mm |
| Mittag | 762,517 | 762,555 | +0,038 | XII | 762,201 | 762,159 | −0,042 |
| I | 1,998 | 2,100 | +0,102 | XIII | 2,020 | 1,948 | −0,072 |
| II | 1,524 | 1,631 | +0,107 | XIV | 1,772 | 1,733 | −0,039 |
| III | 1,231 | 1,248 | +0,017 | XV | 1,615 | 1,597 | −0,018 |
| IV | 1,115 | 1,030 | −0,085 | XVI | 1,570 | 1,602 | +0,032 |
| V | 1,141 | 1,012 | −0,129 | XVII | 1,750 | 1,769 | +0,019 |
| VI | 1,231 | 1,181 | −0,050 | XVIII | 1,998 | 2,070 | +0,072 |
| VII | 1,411 | 1,478 | +0,067 | XIX | 2,336 | 2,439 | +0,103 |
| VIII | 1,772 | 1,816 | +0,044 | XX | 2,832 | 2,784 | −0,048 |
| IX | 2,088 | 2,105 | +0,017 | XXI | 3,148 | 3,014 | −0,134 |
| X | 2,201 | 2,273 | +0,072 | XXII | 3,103 | 3,060 | −0,043 |
| XI | 2,270 | 2,286 | +0,016 | XXIII | 2,945 | 2,899 | −0,046 |

Wonach die Curve Fig. 2 Taf. II. gebildet iſt.

Die Zeit der höchſten und niedrigſten Barometerſtände beſtimmt die Gleichung:

$$0 = 0{,}48669 \cos(t \cdot 15^\circ + 156^\circ) + 1{,}35160 \cos(t \cdot 30^\circ + 147^\circ\, 13')$$

und giebt:

Minim. bei $t = 15{,}476 = 3^{St.}\,28',6$ Vormitt. u. $B^{(t)} = 761^{mm},580$
Maxim. - $t = 21{,}694 = 9 \cdot 41{,}6$ - - $= 763{,}068$
Minim. - $t = 4{,}586 = 4 \cdot 35{,}2$ Nachmitt. $= 760{,}995$
Maxim. - $t = 10{,}588 = 10 \cdot 35{,}3$ - - $= 762{,}299$

Zufolge der Berechnung und Angabe eines Recenſenten in der Halleſchen Literaturzeitung für d. J. 1812. No. 10. ſollen dieſe Beobachtungen geben:

Minimum bei $t = 3^{St.}\,45'$ Vormitt. u. $4^{St.}\,23'$ Nachmitt.
Maximum - $t = 9 \cdot 38'$ - - u. $11^{St.}\,0$ - -

Die hier gefundenen Werthe müſſen, als das Reſultat der Berechnung nach der Methode der kleinſten Quadrate, für ſicherer gehalten werden.

III) Horner's Barometerbeobachtungen zwischen 10° südl. und 10° nördl. Breite, oder für die Aequatorialregion des stillen Meeres, 21 Tage hindurch angestellt *), geben folgendes Resultat:

$$B^{(t)} = 755^{mm},348 + 0,23383 \sin(t.15^{o} + 190^{o}22') + 0.82809 \sin(t.30^{o} + 159^{o}21')$$

| Zeit | Barometerstand beobachtet | Barometerstand berechnet | Unterschied | Zeit | Barometerstand beobachtet | Barometerstand berechnet | Unterschied |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Millimeter | | mm | | Millimeter | | mm |
| Mittag | 755.525 | 755.598 | +0,073 | XII | 755.680 | 755.682 | +0,002 |
| I | 5.035 | 5.113 | +0,078 | XIII | 5.444 | 5.313 | −0,131 |
| II | 4.702 | 4.671 | −0,031 | XIV | 5.001 | 4.974 | −0,027 |
| III | 4.321 | 4.381 | +0,060 | XV | 4.834 | 4.765 | −0,069 |
| IV | 4.372 | 4.311 | −0,061 | XVI | 4.532 | 4.751 | +0,219 |
| V | 4.640 | 4.474 | −0,166 | XVII | 4.895 | 4.941 | +0,046 |
| VI | 4.981 | 4.826 | −0,155 | XVIII | 5.187 | 5.286 | +0,099 |
| VII | 5.100 | 5.271 | +0,171 | XIX | 5.735 | 5.694 | −0,041 |
| VIII | 5.565 | 5.695 | +0,130 | XX | 6,200 | 6,051 | −0,149 |
| IX | 5.931 | 5.990 | +0,059 | XXI | 6,391 | 6,256 | −0,135 |
| X | 6.043 | 6,086 | +0,043 | XXII | 6,276 | 6.244 | −0,032 |
| XI | 6,081 | 5,969 | −0,112 | XXIII | 5.878 | 6,007 | +0,129 |

Nach diesen Bestimmungen ist Fig. 3 errichtet; die Zeit, bei der die höchsten und niedrigsten Barometerstände Statt finden, wird mit Hülfe der folgenden Gleichung gefunden:

$$0 = 0,23383 \cos(t.15^{o} + 190^{o}22') + 1,65618 \cos(t.30^{o} + 159^{o}21')$$

welche giebt:

Minim. bei $t = 15,570 = 3^{h}.34',2$ Vormitt. u. $B^{(t)} = 754^{mm},731$

Maxim. - $t = 21,449 = 9.26',9$ - - $= 756,279$

Minim. - $t = 3,793 = 3.47',6$ Nachmitt. $= 754,306$

Maxim. - $t = 9,942 = 9.56',5$ - - $= 756,094$

IV) Horner's Barometerbeobachtungen zwischen 11° und 23° südlicher und 11° und 27° nördlicher Breite, oder im Mittel, unter 18° Breite im stillen Meere, 40 Tage hindurch angestellt, geben:

$$B^{(t)} = 759^{mm},246 + 0,27592 \sin(t.15^{o} + 197^{o}25') + 0,61607 \sin(t.30^{o} + 148^{o}38')$$

*) Es schien am Zweckmässigsten, die Horner'schen Beobachtungen in zwei Abtheilungen zu bringen, um so die Wirkung der verschiedenen Breiten merkbar werden zu lassen.

| Zeit | Barometerſtand beob-achtet | berech-net | Unter-ſchied | Zeit | Barometerſtand beob-achtet | berech-net | Unter-ſchied |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Millimeter | | mm | | Millimeter | | mm |
| Mittag | 759,488 | 759,484 | −0,004 | XII | 759,661 | 759,650 | −0,011 |
| I | 8,996 | 9,113 | +0,117 | XIII | 9,390 | 9,408 | +0,018 |
| II | 8,625 | 8,748 | +0,123 | XIV | 9,041 | 9,154 | +0,113 |
| III | 8,381 | 8,476 | +0,095 | XV | 8,793 | 8,965 | +0,172 |
| IV | 8,224 | 8,367 | +0,143 | XVI | 8,732 | 8,899 | +0,167 |
| V | 8,412 | 8,430 | +0,018 | XVII | 8,897 | 8,981 | +0,084 |
| VI | 8,706 | 8,662 | −0,044 | XVIII | 9,214 | 9,189 | −0,025 |
| VII | 9,043 | 8,998 | −0,045 | XIX | 9,580 | 9,464 | −0,116 |
| VIII | 9,354 | 9,355 | +0,001 | XX | 9,818 | 9,728 | −0,090 |
| IX | 9,826 | 9,644 | −0,182 | XXI | 760,032 | 9,900 | −0,132 |
| X | 9,912 | 9,802 | −0,110 | XXII | 0,118 | 9,922 | −0,196 |
| XI | 9,885 | 9,799 | −0,086 | XXIII | 759,780 | 9,775 | −0,005 |

nach welchen berechneten Werthen die Fig. 4 errichtet iſt. Die Zeit für die tiefſten und höchſten Barometerſtände beſtimmt folgende Gleichung:

$$0 = 0{,}27592 \cos(t \cdot 15^\circ + 197^\circ 25') + 1{,}23214 \cos(t \cdot 30^\circ + 148^\circ 38')$$

nämlich:

Minim. bei $t = 15{,}947 = 3^{t}.56',8$ Vormitt. u. $B^{(t)} = 758^{mm},893$
Maxim. - $t = 21{,}636 = 9.28',2$ - - $= 759{,}933$
Minim. - $t = 4{,}125 = 4.\ 7',5$ Nachmitt. $= 758{,}365$
Maxim. - $t = 10{,}475 = 10.28',5$ - - $= 759{,}821$

Ein Recenſent hat in der Halleſchen Literatur-Zeitung für d. J. 1812. No. 10. angegeben, daſs Horner's ſämmtliche Beobachtungen die Zeiten folgendermaſsen beſtimmen:

d. Minim. bei $t = 3^{t}.51'$ Vormitt. und $t = 3^{t}.52'$ Nachmitt.
d. Maxim. - $t = 9^{t}.24'$ - - - $t = 10.24'$ - -

und Horner ſelbſt giebt, als Mittelzahl aus den directen Beobachtungen:

d. Minim. bei $t = 3^{t}.40',2$ Vormitt. und $t = 3^{t}.55',3$ Nachmitt.
d. Maxim. - $t = 9.39'$ - - - $t = 10.6',3$ - -

Daſs die mittlere Höhe des Barometers hier unter 18° Breite faſt 4 Millimeter gröſser erſcheint, als am Aequator, obgleich die Beobachtungen an demſelben Inſtrument gemacht worden ſind, iſt ein Zufall, der von einer Veränderung des Barometers während der kurzen Beobachtungszeit entſtanden. Eine Verlängerung der Beobachtungszeit würde ohne Zweifel dieſe nur ſcheinbare Verſchiedenheit berichtigt haben.

(Fortſetzung im nächſten Heft.)

# II.

## *Ueber die Festigkeit der Körper;*

von

H. F. Link.

(Fortsetzung.)

### 3.

Der biegsame Körper bleibt nicht immer in der Lage, in welche er durch die Beugung gebracht ist, sondern er kehrt in die vorige Lage zurück, sobald die Kraft zu wirken aufhört, wodurch er gebogen wurde. Wir nennen diese Eigenschaft die Elasticität der Körper. Auch hier wollen wir von dem Einfachsten anfangen, und die elastische Linie zuerst betrachten.

Die mathematischen Lehren von der Bewegung gespannter Saiten sind bekannt genug. Es sey eine solche Saite oder elastische Linie an ihren Enden $B$ und $C$ befestigt, auch in einem Punkte $d$ um ihre Mitte mit einer kleinen Masse beschwert. Man führe $d$ senkrecht gegen die Saite, nach einem Punkte $a$ ausserhalb derselben, so wird $BC$ verlängert, denn $Ba + aC > BC$. Hört die Kraft, welche $d$ nach $a$ führt auf zu wirken, so ziehen sich $Ba$ und $aC$ wiederum zusammen, es entsteht aus diesen Zusammenziehungen eine mittlere Kraft nach $ad$, und das Theilchen $a$ wird nach $d$ zurückgeführt. Es geht über $d$ vermöge der Trägheit hinaus, wird zurückgeführt, und schwingt nach bekannten physischen Grundsäzzen hin und her. Die bewegende Kraft nach $d$ ist $= \frac{ad \cdot P}{aB} + \frac{ad \cdot p}{aC}$, wo $P$ und $p$ die spannenden Gewichte

in $B$ und $C$ bedeuten. Die beschleunigende Kraft findet man, wenn obiger Ausdruck durch die Masse dividirt wird. Dieses legt man zum Grunde, um die Schwingungen einer überall schweren, d. i. überall mit kleinen schweren Massen beschwerten elastischen Linie zu finden. Dann wird $n = \frac{4lp}{PN^2\pi^2}$. Hier bedeutet $l$ die Länge der Saite, $P$ das auf beiden Seiten gleiche spannende Gewicht, $p$ das Gewicht der Saite, $\pi$ die halbe Peripherie, $n$ die Länge des einfachen Pendels, welches mit der Saite gleichzeitig schwingt. $N$ jede beliebige ganze Zahl, weil man durch Kreisbogen integrirt hat. Hieraus bestimmt man die Anzahl der Schwingungen, welche die Saite macht, indem ein Pendel von einer bestimmten Länge $D$ ein Mal schwingt. Es verhalten sich nämlich nach den Gesetzen des Pendels die Pendellängen umgekehrt wie die Quadrate der Schwingungzahlen. Setzt man also die Schwingungszahl für die Saite $= x$, so hat man $\frac{4lp}{PN^2\pi^2} : D = 1 : x^2$ und $x = \frac{N\pi}{2}\sqrt{\frac{DP}{lp}}$, und wenn man $N = 1$ setzt, $x = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{DP}{lp}}$. Die Größen $\pi$ und $D$ sind beständig; es verhalten sich also die Schwingungszahlen zweier Saiten, wie $\sqrt{\frac{P}{lp}}$, und sind zwei Saiten gleich schwer oder dick, so ist dieses Verhältniss $= \frac{\sqrt{P}}{l}$.

Es giebt vielleicht keine Lehre in der ganzen Physik, wo die rein theoretische Rechnung so genau, und in allen Stücken von der Natur bestätigt wird, als diese. Durch ein Monochord kann man sich leicht überzeugen, dass die Höhe eines Tons sich umgekehrt

verhält, wie die Länge der Saite, und die ganze Theorie der Saiteninſtrumente beruht hierauf. Eben ſo iſt es leicht, an tiefen Tönen, wo man die Schwingungen zählen kann, wahrzunehmen, daſs die Höhe des Tons mit der Zahl der Schwingungen in einem geraden Verhältniſſe ſteht, und Chladni hat hiezu die Schwingungen eines Stabes vorgeſchlagen *). Schon Merſenne hat durch Verſuche gezeigt, daſs die Zahl der Schwingungen in einer beſtimmten Zeit ſich umgekehrt verhält, wie die Länge der ſchwingenden Saite **). So läſst ſich auch durch Verſuche leicht zeigen, daſs die Höhe des Tons ſich verhält, wie die Quadratwurzel aus den ſpannenden Gewichten. Dieſes gilt, wenn man $N = 1$ ſetzt, oder für eine ganze Saite. Aber die Rechnung ſtimmt auch völlig mit der Erfahrung überein, wenn man für $N$ eine andere ganze Zahl ſetzt, z. B. 5. Man theile die Saite in fünf gleiche Theile, man halte ſie am Ende des einen Theils ſo, daſs ſie nicht ſchwingen, wohl aber die Veränderungen, die Zuſammenziehungen und Ausdehnungen von dieſem Theile in den folgenden durchlaſſen kann; man lege ferner Stückchen Papier auf die Endpunkte der Theile auch anderwärts, und ſetze die Saite durch einen Bogen in Bewegung. Die Papiere an den Enden der Theile werden liegen bleiben, die übrigen hingegen herabgeworfen, zum Zeichen, daſs die Saite in fünf gleiche und auf gleiche Art

*) Die Akuſtik v. E. Fl. Fr. Chladni, Leipzig 1802. 4. S. 35.

**) Mersenni Harmonia. L. 2. Prop. 18. p. 14 seq. Muschenbroeck Introd. ad Philosoph. natural. T. 2. p. 915.

ſchwingende Theile getheilt wird, gerade wie die Rechnung es verlangt.

Eine ſolche genaue Uebereinſtimmung der Theorie mit der Erfahrung zeigt, daſs die Grundſätze richtig ſind, worauf die Rechnung gegründet iſt. Der Hauptſatz iſt aber, daſs ſich die ziehenden Kräfte in *aB* und *aC* verhalten wie dieſe Linien, oder wie die Ausdehnung, und folglich dieſe anziehende Kraft in einem geraden Verhältniſſe mit der Entfernung ſteht. Dieſes widerſpricht allen Erfahrungen, welche wir von anziehenden Kräften haben, denn dieſe verhalten ſich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung. Auch die Theorie zeigt, daſs ſich anziehende Kräfte ſo verhalten müſſen, denn man kann die Verbreitung der anziehenden Kraft mit der Verbreitung des Lichts um einen leuchtenden Punkt vergleichen. Nur der Theil der anziehenden, welcher den Körper trifft, wirkt auf ihn, wie nur der Theil des Lichts, welcher auf eine Fläche trifft, ſie erleuchtet. Eine zurückſtoſsende Kraft wirkt dagegen mit der ganzen Zone in der Sphäre der Zurückſtoſsung, welche auf den Körper trifft, und ſie verhält ſich daher umgekehrt wie der Cubus der Entfernungen. Nehmen wir nun an, daſs hier beide Kräfte zugleich wirken, und zwar nach den eben angegebenen Geſetzen, ſo müſſen Erſcheinungen entſtehen, wie wir ſie hier finden. Indem nämlich die zurückſtoſsende Kraft in der Entfernung weit ſchneller abnimmt, als die anziehende Kraft, ſcheint dieſe zu wachſen, und zwar, wenn die angegebenen Verhältniſſe beider Kräfte Statt finden, in einem geraden Verhältniſſe mit der Entfernung.

Die Annahme einer zurückstoſsenden Kraft kann nicht als eine willkürliche Hypotheſe angeſehen werden, da die Polarität der Theilchen eine ſolche Kraft erfordert, und wir ohne dieſelbe nicht im Stande ſind, die Feſtigkeit der Körper zu erklären. Die Erſcheinungen, welche wir in der verſchiedenen Art der Biegſamkeit wahrnehmen, führen ebenfalls auf eine Polarität und mit ihr auf eine zurückſtoſsende Kraft. Wir ſind alſo völlig gerechtfertigt, wenn wir auch hier darauf zurückgehen, um eine Sonderbarkeit in der Natur zu erklären, welche nur deswegen den Naturforſchern nicht auffiel, weil ſie nicht darauf achteten.

Um indeſſen genauer zu beſtimmen, was hier vorgeht, iſt es nöthig, die Natur ſelbſt zu fragen. Zuerſt kommt es darauf an, zu beſtimmen, wie ſich die Verlängerung zu der ausdehnenden Kraft verhalte, nämlich bei vollkommen elaſtiſchen Körpern, welche ganz in den vorigen Umfang zurückkehren, nachdem die Kraft aufgehört zu wirken. Graveſande hat hierüber ſchon Verſuche mit Metallſaiten angeſtellt, welche von Biot erzählt und berechnet ſind *). Es geht daraus hervor, daſs die Längen der Saiten mit den Spannungen oder den Gewichten, welche die Saite ſpannen, zunehmen. Da die Verlängerungen einer ſolchen Saite ſehr gering ſind, ſo wollte ich die Verſuche an einem höchſt elaſtiſchen Körper anſtellen, der ſich beträchtlich ausdehnen läſst. Ich ſchnitt aus Federharz einen ſchmalen Streifen, befeſtigte ihn an ſeinem obern Ende mit einer Zange, und hing an das

*) Traité de Physique, L. I. ch. 23.

untere Ende eine Wagſchale mit 2 Unzen = $p$ beſchwert. So angezogen war der Streifen 2 Zoll 6 Linien lang, 4 Linien breit und 2 Linien dick. Ein Gewicht von $2p$ verlängerte den Streifen auf 2 Z. 8 Lin., von $3p$ auf 2 Z. 10 L. von $4p$ auf 2 Z. 12 L. oder 3 Zoll. Bei gröſsern Gewichten wurde das Loch, worein die Wagſchale gehängt war, zu ſehr vergröſsert, ſo daſs man fürchten muſste, es möchte ausreiſsen, auch konnte nun nicht mehr genau gemeſſen werden. Wenn das Gewicht weggenommen wurde, kehrte der Streifen zu ſeiner erſten Länge wieder zurück. Der Verſuch wurde ſehr oft mit demſelben Erfolge wiederholt. Die Breite und Dicke hatten ſich bei dieſer Ausdehnung ſo wenig verändert, daſs man ſie nicht genau vergleichen konnte. Ich dehnte daher den Streifen zu 5 Zoll aus, wobei die Breite auf 3 Linien vermindert wurde, die Dicke ungefähr auf 1½ Linie. Der Raumesinhalt war alſo bei der erſten Ausdehnung von 2 Z. 6 Lin. = 240 Cub. Lin., bei der zweiten Ausdehnung von 5 Zoll = 270 Cub. Lin. Da es ſehr ſchwer iſt, die Dicke genau zu meſſen, und es hier auf kleine Theile einer Linie ankam, ſo kann man wohl annehmen, daſs ſich der Raumesinhalt bei der Ausdehnung nicht ſehr geändert habe *).

*) Man kann mit dieſen Verſuchen die von Pictet über das Zuſammendrücken des Stabeiſens zuſammenſtellen. Die zunehmende Verkürzung des Eiſenſtabes ſtand mit der verſtärkten Belaſtung faſt im geraden Verhältniſſe. (Bibl. univ. T. 1. p. 172.) Daſs es nicht ganz der Fall war, rührt wohl von einer Biegung und Verſchiebung der Theile her, denn der zuſammengedrückte Stab nahm auch ganz ſeinen vorigen Raum wiederum ein, als der Druck aufhörte.

Es folgt hieraus nun sogleich, daſs die Ausdehnung keine wirkliche Entfernung der Theile von einander war. Denn in diesem Falle konnte keine Verminderung in der Breite und in der Dicke Statt finden, und der Raumesinhalt muſste = 480 werden, indem sich die Dichtigkeit veränderte. Die französischen Physiker haben eine Theorie angenommen, nach welcher die letzten Theile der Körper, Molekulen, wie sie sagen, durch den überall verbreiteten, elastischen Wärmestoff auseinander gehalten werden, und sich nie berühren. Das Ansehen eines groſsen Mathematikers, La Place, hat dieser Lehre, welche man in Biot's Physik entwickelt findet, groſsen Beifall verschafft. Legen wir diese Theorie zum Grunde, so werden wir auch die Ausdehnung einer gröſsern Entfernung der Theile zuschreiben müssen, und die sehr deutliche, beim ersten Blicke in die Augen fallende Verminderung der übrigen Abmessungen ist ohne Grund.

Man könnte die Ausdehnung eines elastischen Körpers dem Auseinanderziehen oder dem Abrollen gewundener Fäden zuschreiben, wobei allerdings die übrigen Abmessungen vermindert würden. Aber würde sich daraus die Regelmäſsigkeit der Ausdehnung, das gleichförmige Wachsen der Länge mit der Spannung erklären lassen? Die Windungen der Fäden möchten doch wohl nicht sehr regelmäſsig, wenigstens in Metallsaiten und Federharz sehr verschieden seyn, und doch steht die Ausdehnung in beiden Körpern unter demselben Gesetze. Ein solches Abwickeln der Fäden findet gewiſs Statt, wenn schlaffe Fäden zuerst gespannt werden, ehe diese Spannung erfolgt ist, so-

bald aber die Saite anfängt zu fchwingen, kann man die Abwicklung der Fäden als vollendet anſehen, und andere Veränderungen treten ein. Ueberhaupt möchte jede Veränderung in der Lage gröſserer Theile, welche man als den Grund der elaſtiſchen Bewegung anführen wollte, darum wohl ihrem Zwecke nicht entſprechen, weil die Verſchiedenheiten dieſer Lage in verſchiedenen Körpern zu groſs ſind, um ſolche übereinſtimmende Erfolge, wie wir bis jetzt geſehen haben, hervorzubringen.

Der Grund der elaſtiſchen Bewegung kann alſo nur in den polariſchen Theilchen ſelbſt liegen; ſie müſſen ſich verlängern und verſchmälern. Dieſes kann nur geſchehen, wenn ſie hohl ſind, und zur hohlen Bildung, wenn ſie eine natürliche (nicht künſtliche oder willkürliche) ſeyn ſoll, gehört eine ſphäroïdiſche Geſtalt. Die Theilchen der Körper werden alſo Kugeln ſeyn, oder Ellipſoïden, und dieſe können endlich der Faſer ſehr nahe kommen. Auch mögen wir wohl annehmen, daſs die Höhlung kein leerer Raum ſey, ſondern einen zarten Stoff, etwa Wärmeſtoff, enthalte; eine Behauptung, welche in der Folge ihre Gründe finden wird. Ob nun die Theilchen des Wärmeſtoffs dicht zuſammenliegen, oder in einiger Entfernung von einander ſich zurückſtoſsen, ob ferner die Theilchen, welche den Umfang des polariſchen Theilchens oder des Bläschens ausmachen, ebenfalls einander berühren, oder von einander entfernt ſind, und welche Geſtalt ſie haben mögen, wollen wir jetzt der Speculation überlaſſen. Die Theorie der franzöſiſchen Phyſiker, von welcher oben die Rede war, gehört derſelben Speculation, und muſs in die Metaphyſik verwie-

ſen werden. Da mag man Theilchen von verſchiedener Geſtalt in verſchiedenen Entfernungen erdichten, oder mit Boscowich Punkte annehmen, welche den Raum mit anziehender und zurückſtoſsender Kraft, oder mit der Naturphiloſophie der Deutſchen die Materie aus anziehenden und zurückſtoſsenden Kräften entſtehen laſſen, die am wenigſten ſchwärmeriſche Behauptung.

Dreht man einen Draht, welcher am obern Ende befeſtigt iſt, und am untern einen Cylinder oder überhaupt einen Hebel trägt, um einen Winkel, ſo ſtrebt er mit einer Kraft entgegen, welche ſich wie der Winkel verhält, um den er gedreht iſt. Dieſes folgt leicht aus dem Satze, daſs ſich die elaſtiſche Kraft wie die Verlängerung verhält, denn alle Punkte des gedrehten Drahtes beſchreiben Kreisbogen, und ſtreben mit einer Kraft zurückzugehen, welche ſich wie dieſer Bogen verhält, oder wie die Winkel, von welchen dieſe Kreisbogen das Maaſs ſind. Von dieſer Kraft rühren die Schwingungen her, durch welche Coulomb ſehr ſcharfſinnig die elaſtiſche Kraft der Metalldräthe gemeſſen hat. Iſt der Winkel der Drehung nicht zu groſs, ſo kehrt der Draht bei jeder Schwingung völlig in ſeine vorige Lage zurück, das heiſst, er macht auf beiden Seiten der erſten Lage gleiche Winkel. Aber dieſe Winkel nehmen nach und nach ab, bis der Draht in völlige Ruhe kommt; bei der zweiten iſt nämlich der Winkel kleiner als bei der erſten, bei der dritten kleiner als bei der zweiten u. ſ. w. Daſs dieſe Abnahme nicht vom Widerſtande der Luft herrühre, hat Coulomb durch einen Verſuch gezeigt. Er machte Cylinder von feinem Papier von demſelben

Durchmesser, als die Cylinder waren, welche die Drähte spannten, aber länger, er umwickelte damit diese letztern Cylinder, und die Erfolge wurden dadurch nicht merklich geändert. Es muſs also ein Hinderniſs der Bewegung in dem schwingenden Körper selbst liegen. Coulomb fand, daſs die Abnahme der Schwingungen von 10 zu 10 Grad bei gröſseren Winkeln gröſser war, als bei kleineren. Er fand ferner, daſs beim Eisendraht diese Abnahme schneller erfolgte, als beim Messingdrahte. Endlich bemerkte Coulomb, daſs bei zu groſsen Drehungswinkeln die Drähte bei jeder Schwingung in ihre erste Lage nicht zurückkehrten, obgleich die widerstehende Kraft dadurch vermehrt wurde. Man findet diese Versuche in Biot's Physik (a. a. O.) genau auseinandergesetzt.

Dieses Hinderniſs der Bewegung kann nun kein anderes seyn, als die Reibung der Theile aneinander. Indem der Draht sich dreht, beschreiben die Punkte an der Oberfläche gröſsere Kreisbogen, als die innern, mehr nach der Axe des Drahtes zu gebogenen Punkte, es müssen sich also Theilchen übereinanderhin bewegen, wodurch Reibung entsteht. Eben so beschreiben die unteren Punkte gröſsere Bogen, als die oberen, wodurch ebenfalls Reibung entsteht. Ist die Drehung nicht zu stark, so beträgt dieses Hinderniſs bei jeder Schwingung zu wenig, um merklich zu seyn, und wird erst nach einer Reihe von Schwingungen merklich. Ist aber die Drehung stark, so wird das Hinderniſs schon bei der ersten Schwingung merklich, obgleich der Widerstand der Spannung dadurch vermehrt wird. Wenn man bedenkt, daſs die Körper keinesweges nur aus Längefasern bestehen, sondern auf man-

nichfaltige Weise durchwebt sind, so wird es nicht sonderbar erscheinen, dass die Reibung in einem Falle grösser ist, als in dem andern, nach der Verschiedenheit des innern Baues.

Einen Beweis, dass die elastische Kraft ganz verschieden ist von der Kraft des Zusammenhangs, hat Coulomb geführt. Die elastische Kraft oder die Kraft des Widerstandes beim Drehen, wodurch die Zahl der Schwingungen entsteht, verhält sich in Messingdraht und Eisendraht = 3,340 : 1, da die Kraft des Zusammenhangs in beiden = 1,71 : 1 ist. Aus dem, was oben gesagt wurde, ist dieses leicht erklärlich. Die elastische Kraft liegt nämlich in den Grundtheilchen oder den polarischen Theilchen selbst, in ihrer Ausdehnung und Zusammenziehung, die Kraft des Zusammenhangs aber an den Enden der polarischen Theilchen.

Elastische Körper lassen sich auch zusammendrükken und nehmen nach aufgehobenem Drucke ihre vorige Gestalt ganz oder zum Theil wiederum an. Diese Eigenschaft ist die umgekehrte der Eigenschaft, welche wir bisher betrachtet haben, und doch sind beide in einem und demselben Körper mit einander verbunden. Das elastische Harz läfst sich leicht ausdehnen, und auch ziemlich leicht zusammendrücken, wenigstens viel leichter, als andere Körper, welche nicht so stark ausgedehnt werden. Wegen dieser Uebereinstimmung wird es nöthig seyn, diese Zusammendrükkung eben so zu betrachten, als vorher die Ausdehnung.

Wenn man ein Stück elastisches Harz zusammendrückt, so bemerkt man, dass es dabei breiter und

dicker wird, eben so, wie ein ausgedehntes Stück schmaler und dünner wird. Ich schnitt Scheiben aus elastischem Harz von gleicher Grösse, legte sie aufeinander und drückte sie gelinde mit einem Pfunde zusammen. Die Schicht war 9 Lin. hoch, 7 Lin. lang und 9 Lin. breit. Hierauf drückte ich sie durch zehn Pfund zusammen, und fand, dafs sie nun 7 Lin. hoch, 10 Lin. lang und 8 Lin. breit war. Der Raumesinhalt im ersten Falle betrug 567, im zweiten 560; ein so geringer Unterschied, dafs man wohl annehmen kann, das elastische Harz behalte beim Zusammendrücken denselben Raumesinhalt. Es folgt also hieraus, dafs beim Zusammendrücken dieser sehr elastischen Körper keine Theile in die Zwischenräume geprefst werden, sondern dafs die Theile der Körper sich nach einer Richtung verlängern, wenn sie nach einer andern verkürzt werden, eben so, wie wir es bei der elastischen Ausdehnung gefunden haben.

Man sieht also, dafs man nicht immer das wahre Maafs der Elasticität findet, wenn man einen Körper von allen Seiten einschliefst, und ihn dann zusammenprefst. Denn er mufs weit stärker widerstehen, und folglich viel weniger zusammendrückbar seyn, wenn man die Theile verhindert, seitwärts auszuweichen, als wenn man ihnen diesen Weg offen läfst. Da man die Elasticität des Wassers und anderer flüssiger Körper nur prüfen kann, wenn man sie von allen Seiten einschliefst, so wird man die Elasticität weit geringer finden, als sie eigentlich ist. Eben so, wenn man feste unter Wasser einschliefst, und nun zusammendrückt, wird man ihre Elasticität geringer finden, als wenn man sie nicht einschliefst, und wirklich ist auch die

Elasticität der festen Körper auf diesem Wege geprüft, viel geringer, als man erwarten sollte.

Herr Professor Mitscherlich hat viele Versuche über die Zusammendrückung von Glas und Krystallen angestellt und gefunden, dass wenn auch die Zusammendrückung nach einer Richtung merklich ist, sie doch nach andern Richtungen nicht merklich wird. Dieses zeigt, dass diese Körper sich anders verhalten, als die vollkommen elastischen Körper, zu welchen wir das elastische Harz rechnen dürfen. Hier geschieht folglich ein Pressen der Theile in die Zwischenräume, welches sich gar wohl erklären lässt, wenn man bedenkt, dass krystallische Körper aus Blättchen bestehen, die einander durchschneiden. Denn indem die Blättchen, welche gegen den Druck aufrecht stehen, zusammengedrückt werden, weichen die Theile derselben in die Zwischenräume aus, und können mithin keine allgemeine Ausdehnung hervorbringen. Doch hievon an einem andern Orte mehr.

Aus den oben angeführten Versuchen erhellt, dass die Körper weit mehr dem Zusammendrücken widerstehen, als dem Ausdehnen. Das elastische Harz lässt sich durch 2 Unzen um 2 Linien ausdehnen und für jede hinzugefügte 2 Unzen wächst die Länge um 2 Linien. Aber das elastische Harz um 2 Lin. zusammenzudrücken, wurde ein zehnfaches Gewicht erfordert. Die zurückstoſsende Kraft wächst in einem bedeutend gröſseren Verhältnisse, als die anziehende, und so muss ein Körper beim Zusammendrücken mehr Widerstand leisten, als beim Ausdehnen.

Wenn ein Körper gebogen wird, so geschieht entweder nur eine Ausdehnung der Theile, oder eine Aus-

dehnung und Zuſammenpreſſung zugleich. Die Wiederherſtellung der vorigen Geſtalt muſs alſo in dem letztern Falle nicht allein durch die anziehende, ſondern auch durch die zurückſtoſsende Kraft bewirkt werden. Die Verſchiedenheiten im Erfolge können aber nicht groſs ſeyn, denn die Ausdehnung geſchieht im äuſsern Bogen in einer gröſsern Maſſe, als die Zuſammenpreſſung im innern Bogen, dafür nimmt aber die anziehende Kraft in einer gröſsern Entfernung nicht ſo ſchnell ab, als die zurückſtoſsende. Eins erſetzt alſo das Andere, und die Wiederherſtellung der vorigen Geſtalt muſs alſo im Ganzen ungefähr ſo erfolgen, als ob die anziehende Kraft wie bei der geſpannten Saite allein wirke.

Es iſt ein alter, ich meine von Nollet zuerſt angeſtellter, Verſuch, daſs, wenn man eine elfenbeinerne Kugel auf eine mit Oel beſtrichene Marmorplatte fallen läſst, der Eindruck im Oel deſto gröſser wird, je höher die Kugel herabfällt. Dieſes beweiſt allerdings eine Zuſammendrückung der Kugel. Aber man kann die äuſsern Theile als geſpannte Saiten betrachten, welche gegen die innern Theile gebogen werden, und dieſe zuſammenpreſſen, folglich auch von dieſen mit einer gröſseren Gewalt zurückgeworfen, als wenn ſie als Saiten für ſich ſchwingen.

(Beſchluſs im nächſten Heft.)

# III.

## *Von der in verschiedenen Theilen der heifsen Zone am Spiegel des Meeres Statt findenden Temperatur;*

von

Hrn. Alexander von Humboldt.

(Mitgetheilt von dem Hrn. Verfasser.)

---

Welche Temperatur darf man für den Aequator annehmen? Diese Frage ist neuerlich in einer Abhandlung aufgeworfen worden, die Hr. Atkinson im zweiten Bande der *Transactions of the Astronomical Society of London* (p. 137—183) bekannt gemacht hat und die sehr scharfsinnige Betrachtungen über mehrere wichtige Punkte der Meteorologie enthält. Der gelehrte Verfasser sucht durch Anwendung der Kunstgriffe des strengsten Calculs aus meinen Beobachtungen herzuleiten, dafs die mittlere Temperatur des Aequators zum wenigsten 29°,2 des hunderttheiligen Thermometers (84°,5 F.) betrage, und nicht 27°,5 C. (81°,5 F.), wie ich dieselbe in meinem *Essai sur les lignes isothermes* angenommen habe. Kirwan blieb bei 28°,8 stehen; Hr. Brewster, in seinen climatologischen Formeln, bei 28°,2 (Edinb. Journ. of Science 1826. No. 7. p. 180.).

Handelte es sich bei dieser Erörterung um die mittlere Temperatur einer Aequatorialzone, die den ganzen Erdball umschlösse und durch die Parallelkreise von 3° N. und 3° S. begränzt wäre, so müste man vor Allem die Temperatur des Meeres am Ae-

quator unterſuchen; denn in dieſer Zone gehört nur ein Sechstel des Umfangs der Erdkugel dem feſten Lande an. Die mittlere Temperatur des Meeres zwiſchen den eben genannten Gränzen ſchwankt nun im Allgemeinen zwiſchen 26°,8 und 28° C. Ich ſage im Allgemeinen, denn hie und da findet man zwiſchen eben dieſen Gränzen Maxima, die ſich auf Zonen von kaum einen Grad in Breite beſchränken, und deren Temperatur ſich unter verſchiedenen Längen auf 28°,7 bis 29°,3 erhebt. Die letztere Temperatur, welche man im ſtillen Weltmeere als auſserordentlich hoch betrachten kann, habe ich im Oſten der Gallopagos Inſeln beobachtet und neuerlich iſt von Hrn. Baron Dirckinck von Holmfeldt, einem ſehr unterrichteten Officier in der Däniſchen Marine, der auf meine Bitte eine groſse Anzahl von Thermometerbeobachtungen unter 2° 5′ N. Br. und 81°54′ öſtl. L., faſt unter dem Parallelkreiſe von *Punta Guascama*, gemacht hat, die Oberfläche des Waſſers zu 30°,6 gefunden worden. Dieſe *Maxima* gehören dem Aequator ſelbſt nicht an; man beobachtet ſie bald im Norden, bald im Süden des Aequators, oft zwiſchen 2°½ und 6° Breite. Der groſse Kreis, der durch die Punkte geht, an denen das Waſſer des Meeres am wärmſten iſt, ſchneidet den Aequator unter einem Winkel, der ſich mit der Abweichung der Sonne zu ändern ſcheint. Im atlantiſchen Oceane iſt man ſelbſt mehrmals von der nördlichen gemäſsigten Zone in die ſüdliche übergegangen, ohne *in der Zone des wärmſten Waſſers* geſehen zu haben, daſs das Centeſimalthermometer über 28° geſtiegen ſey. Die Maxima ſind daſelbſt nach *Perrins* 28°,2, nach Churruca 28°,7, nach Que-

vedo 28°,6, nach Rodman 28°,8, nach J. Davy 28°,1. Die Luft über diesen Aequatorialgewässern ist 1° bis 1°½ kälter, als das Meer. Es folgt also aus diesen Thatsachen, daſs, auf fünf Sechstel des Umfangs der Erdkugel, die Aequatorialzone des Meeres wahrscheinlich nicht einmal eine mittlere Temperatur von 28°,5 besitzt, geschweige denn, daſs sie die von 29°,2 C. (84°,5 F.) zeigte. Hr. Atkinson selbst giebt zu (a. a. O. p. 171), daſs die Abwechslung von oceanischen und continentalen Theilen die mittlere Temperatur des Aequators zu vermindern strebe. Aber indem er sich bloſs auf die Flächen des Continents von Südamerika beschränkt, nimmt dieser Gelehrte, je nach den verschiedenen theoretischen Voraussetzungen, 29°,2 oder 31° für die Aequatorialzone (von 1° N. bis 1° S.) an. Er gründet diesen Schluſs auf die Thatsache, daſs schon unter 10° 27′ Breite zu Cumana die mittlere Temperatur 27°,6 beträgt, und daſs, nach dem Gesetz der Zunahme der Wärme vom Pol zum Aequator (einer vom Quadrate des Cosinus der Breite abhangenden Zunahme) die mittlere Temperatur unter dem Aequator zum wenigsten gröſser als 29°,2 C. seyn müsse. Hr. Atkinson findet dieses Resultat bestätigt, indem er mehrere Temperaturen, die ich am Abhange der Cordilleren bis zu einer Höhe von 500 Toisen beobachtet habe, auf das Niveau des Meeres am Aequator reducirt. Aber eben bei Anwendung der Correctionen, die er wegen der Breite und wegen der fortschreitenden Abnahme der Temperatur in einer Vertikalebene für nöthig hält, verhehlt er sich nicht, wie sehr die Lage der Orte, auf einer mächtigen Hochebene oder in einem engen Thale, einen

Theil dieser Correctionen unsicher mache. (Trans. of the Astr. Soc. Tom. II. p. 149. 158. 171. 172. 182. 183.)

Wenn man das Problem der Vertheilung der Wärme an der Oberfläche der Erde in seiner ganzen Allgemeinheit studirt und man dasselbe von den Hülfsbetrachtungen der Localitäten (wie z. B. der Einflüsse der Gestalt, Farbe und geognostischen Natur des Bodens, der des Vorherrschens gewisser Winde, der Nähe des Meeres, der Häufigkeit von Wolken und Nebel, der nächtlichen Ausstrahlung gegen den mehr oder weniger reinen Himmel u. s. w.) befreit, so findet man, dass die mittlere Temperatur eines Ortes von den verschiedenen Arten, wie sich der Einfluss der Mittagshöhe der Sonne äussert, abhängig ist. Diese Höhe bestimmt zugleich: die Dauer der halben Tagesbögen; die Länge und Durchsichtigkeit des Theils der Atmosphäre, der von den Strahlen durchdrungen wird, ehe sie den Horizont erreichen; die Menge der absorbirten oder erwärmenden Strahlen (eine Grösse, welche mit dem, von der Ebene der Oberfläche gerechneten, Einfallswinkel rasch zunimmt); endlich die Zahl der Sonnenstrahlen, welche ein gegebener Horizont auffängt. Das Gesetz von Mayer, mit all den Abänderungen, die man seit 30 Jahren daran angebracht hat, ist ein empirisches Gesetz, welches die Erscheinungen im Allgemeinen durch Approximation und oft auf eine genügende Weise darstellt, welches man aber nicht gebrauchen darf, um die Zeugnisse der unmittelbaren Beobachtung damit anzugreifen. Wenn die Oberfläche der Erde, vom Aequator bis zum Parallelkreise von Cumana, eine Wüste wäre, wie die Sahara, oder eine gleichförmig mit Gräsern bedeckte Savanne,

wie die Llanos von Calabozo und Apure, so würde ohne Zweifel eine Zunahme der mittleren Temperatur von 10° ½ Breite bis zum Aequator Statt finden; aber es ist wahrscheinlich, dass diese Zunahme niemals drei Viertel eines Grades des Centesimalthermometers betragen würde. Hr. Arago, dessen wichtige und geistvolle Untersuchungen sich auf alle Zweige der Meteorologie erstrecken, hat durch zahlreiche Versuche gefunden, dass von der senkrechten Incidenz bis zu einem Zenithabstand von 20° die Menge des reflectirten Lichtes nahe die nämliche ist. Er hat ebenfalls gefunden, dass die photometrische Wirkung des Lichtes zu Paris im Augustmonat vom Mittage bis 3 Uhr Nachmittags ausserordentlich wenig variirte, ungeachtet der Aenderungen in der Länge des Weges, den die Strahlen beim Durchgange durch die Atmosphäre zurücklegten.

Dass ich die mittlere Temperatur am Aequator in runden Zahlen auf 27° ½ festsetzte, geschah, um der eigentlichen Aequatorialzone (von 3° N. bis 3° S.) die mittlere Temperatur von Cumana (27°,7) beizulegen. Diese Stadt, umgeben von dürrem Sand, unter einem Himmel liegend, der stets heiter ist und dessen leichte Dünste sich fast niemals in Regen auflösen, bietet ein heisseres Climat dar, als alle Orte, die sie umgeben und in gleicher Höhe über der Meeresfläche liegen. Schreitet man in Südamerika auf dem Orenoco und Rio Negro gegen den Aequator vor, so nimmt die Wärme ab, nicht wegen der Erhebung des Bodens, welche von der Schanze San Carlos an sehr unbeträchtlich ist, sondern wegen der Wälder, der Häufigkeit des Regens und der fehlenden Klarheit der

Luft. Es ist zu bedauern, dass die Reisenden, selbst die thätigsten, so wenig im Stande sind, durch Erweiterung unserer Kenntnisse über die mittleren Temperaturen, die Fortschritte der Meteorologie zu beschleunigen. Sie verweilen nicht lange genug in den Ländern, deren Clima man zu kennen wünscht; sie können für das jährliche Mittel nur Beobachtungen sammeln, die von Anderen gemacht sind und meistens an Stunden und mittelst Instrumente, die weit entfernt sind, genaue Resultate zu geben. Wegen der Unveränderlichkeit der meteorologischen Erscheinungen in der dem Aequator zunächst liegenden Zone ist ohne Zweifel daselbst ein kurzer Zeitraum hinlänglich, um die mittlere Temperatur in verschiedenen Höhen über der Meeresfläche zu erhalten. Ich habe mich überall mit diesen Untersuchungen beschäftigt; aber das einzige recht genaue Resultat, welches ich habe erhalten können und aus zwei Mal am Tage gemachten Beobachtungen abgeleitet worden, ist das über Cumana *). Die wahren numerischen Elemente der Climatologie können nur von unterrichteten Personen bestimmt werden, die auf eine grosse Anzahl von Jahren an verschiedenen Orten der Erde ansässig sind. In dieser Hinsicht wird die geistige Wiedergeburt, welche sich in dem freien mittleren Amerika, von dem Küstenlande bis zu einer Höhe von zwei tausend Toisen auf dem Rücken und am Abhange der Cordilleren, von dem Parallelkreise der Insel Chiloe bis zu dem von

*) Hinsichtlich des Grades von Vertrauen, den diese mittleren Temperaturen verdienen, vergleiche man Relat. histor. Tom. I. p. 411, 547, 631—637, 584; Tom. II. p. 78, 418, 563; Tom. III. p. 314—320, 371—382.

San Francisco in Neu-Californien vorbereitet, den glücklichsten Einfluſs auf die physikalischen Wissenschaften ausüben.

Vergleicht man das, was man vor vierzig Jahren über die mittlere Temperatur der Aequatorialzone wuſste, mit dem, was wir gegenwärtig wissen, so erstaunt man über die Langsamkeit in den Fortschritten der positiven Climatologie. Ich kenne bis heute nur eine einzige mittlere Temperatur zwischen 3° N. und 3° S., die mit Genauigkeit beobachtet zu seyn scheint; es ist die von Saint-Louis de Maranham (2° 29',5 südl. Br.) im Brasilien, welche der Oberst Antonio Pereira Lago, nach den im Jahre 1821 drei Mal am Tage (um 20h, um 4h und um 11h) gemachten Beobachtungen, zu 27°,4 C. gefunden hat (Annaes das Sciencias, das Artes e das Letras 1822. T. XVI. pl. 2. p. 55—80). Dieſs ist noch 0°,3 weniger, als die mittlere Temperatur von Cumana. Unter 10° ½ Breite kennen wir nur noch die mittleren Temperaturen von

| | | |
|---|---|---|
| Batavia (6° 12' S. Br.) | . . | 26°,9 C. |
| Cumana (10° 27' N. Br.) | . . | 27°,7 |

Zwischen der Breite von 10° ½ und der Gränze der heiſsen Zone, folgende:

| | | |
|---|---|---|
| Pondichery (11° 55' N. Br.) | . . | 29°,6 |
| Madras (13° 4' N. Br.) | . . | 26°,9 |
| Manilla (14° 36' N. Br.) | . . | 25°,6 |
| Senegal (15° 53' N. Br.) | . . | 26°,5 |
| Bombay (18° 56' N. Br.) | . . | 26°,7 |
| Macao (22° 12' N. Br.) | . . | 23°,3 |
| Rio Janeiro (22° 54' S. Br.) | . . | 23°,5 |
| Havanna (23° 9' N. Br.) | . . | 25°,7 |

und, nach den Beobachtungen des Obersten Pereira:

| | | |
|---|---|---|
| Maranham (2° 29' S. Br.) | . | 27°,4 |

Es ſcheint aus dieſen Angaben zu folgen, daſs der einzige Ort, deſſen mittlere Temperatur über 27°,7 hinausgeht, unter dem 12° der Breite liegt. Dieſs iſt Pondichery, durch deſſen Clima aber eben ſo wenig die ganze Aequatorialzone charakteriſirt zu werden vermag, wie das Clima der gemäſsigten Zone in Nordafrika durch die Oaſis von Murzuk, wo der unglückliche Ritchie und der Kapitain Lyon verſichern, das Réaumurſche Thermometer ganze Monate hindurch zwiſchen 36° und 45° geſehen zu haben (wegen des in der Luft verbreiteten Sandes?). Die gröſste Maſſe der tropiſchen Länder liegt zwiſchen dem 18° und 28° nördl. Breite, und dieſe Zone iſt es auch, von welcher wir, Dank ſey es den vielen reichen und Handel treibenden Städten daſelbſt, die meiſten meteorologiſchen Kenntniſſe beſitzen. Die drei oder vier dem Aequator zunächſt liegenden Grade ſind eine *Terra incognita* für die Climatologie. Noch kennen wir nicht die mittleren Temperaturen von Grand-Para, von Guayaquil und ſelbſt nicht einmal von Cayenne!

Wenn man nur die Wärme betrachtet, welche ein gewiſſer Theil des Jahres erreicht, ſo findet man in der nördlichen Halbkugel die heiſseſten Climate unter den Wendekreiſen ſelbſt und ein wenig auſserhalb derſelben. Zu Abusheer (28°¼ Br.) z. B. iſt die mittlere Temperatur des Julimonats 34°. Im rothen Meere ſieht man das Centeſimalthermometer am Mittage auf 44° und um Mitternacht auf 34°½ ſtehen. Zu Benares (25° 20′ Br.) erreicht die Hitze im Sommer 44°, während ſie im Winter bis zu 8°,5 herabſinkt. Dieſe Beobachtungen in Oſtindien ſind mit einem *vortrefflichen* Six'ſchen Thermometrographen

gemacht; die mittlere Temperatur von Benares ist 25°,2.

Die außerordentlichen Temperaturen, welche man in dem mittägigen Theile der gemäßigten Zone, zwischen Aegypten, Arabien und dem persischen Meerbusen beobachtet, sind gleichzeitige Wirkungen der Configuration der umgebenden Länder, der Beschaffenheit ihrer Oberfläche, der steten Klarheit der von Wasserdämpfen ganz befreiten Luft und der Dauer der Tage, die mit der Breite zunimmt. Zwischen den Wendekreisen selbst sind die hohen Temperaturen selten und gehen im Allgemeinen zu Cumana und Bombay nicht über 32°,8, zu Vera-Cruz nicht über 35°,1. Es ist fast unnöthig, zu erinnern, daß in dieser Notiz nur solche Beobachtungen aufgezeichnet sind, die im Schatten und fern von aller Zurückstrahlung des Bodens gemacht worden. Am Aequator, wo die beiden Solstitial-Höhen 66° 32' erreichen, sind die Durchgänge der Sonne durch das Zenith am 186. Tage von einander entfernt; zu Cumana ist die Höhe beim Sommer-Solstitium 76° 59', die beim Winter-Solstitium 56°,5, und die Durchgänge durch das Zenith (17. April und 26. August) liegen um 131 Tage von einander. Weiter nach Norden, zu Havanna, findet man die Höhe beim Sommer-Solstitium zu 89° 41', die beim Winter-Solst. zu 45° 23', den Zeitraum zwischen den Zenith-Durchgängen (12. Juni und 1. Juli) 19 Tage. Wenn diese Durchgänge sich nicht mit gleicher Deutlichkeit in der Wärmecurve der Monate erkennen lassen, so liegt es daran, daß ihr Einfluß an einigen Orten durch das Eintreten der Regenzeit und anderer elektrischer Phänomene versteckt

wird. Zu Cumana steht die Sonne 103 Tage, oder, genauer 1275 Stunden lang (vom 28. Oct. bis zum 14. Febr. des folgenden Jahres) niedriger als der Aequator; aber in diesem Zeitraume geht das Maximum ihres Zenithabstandes nicht über 53° 55'. Die Verlängerung des Ganges der Sonne bei ihrer Annäherung zu den Tropen erhöht die Wärme der Orte, die entfernter vom Aequator liegen, vor allem der an der Gränze der gemäfsigten und heifsen Zone. Nahe an den Wendekreisen, z. B. zu Havannah (23° 9' Br.), gebraucht die Sonne 24 Tage, um einen Grad auf jeder Seite des Zeniths zu durchlaufen; unter dem Aequator gebraucht sie dazu nur fünf Tage. Zu Paris (48° 50' Br.), wo die Sonne im Winter-Solstitium bis zu 17° 42' hinabsinkt, ist die Höhe derselben im Sommer-Solstitium 64° 38'. Das wärmende Gestirn steht folglich zu Paris, vom 1. Mai bis zum 22. August, während eines Zeitraums von 103 Tagen oder 1422 Stunden, eben so hoch, wie zu Cumana in einer andern Jahreszeit. Vergleicht man Paris mit Havannah, so findet man, dafs am erstern Orte, vom 26. März bis zum 17. September, 175 Tage oder 2407 Stunden lang, die Sonne eben so hoch steht, wie zu einer andern Jahreszeit unter dem Wendekreise des Krebses. Nun hat, in diesem Zeitraume von 175 Tagen, der wärmste Monat (Juli), zufolge der Register im K. Observatorio zu Paris von 1806 bis 1820, eine mittlere Temperatur von 18°,6, während zu Cumana und zu Havannah, wenn die Sonne sich am ersten Orte bis zu 56° 5' und am zweiten bis zu 43° 23' gesenkt hat, der kälteste Monat, ungeachtet der längeren Nächte, zu Cumana noch 26°,2 und zu Havannah noch 21°,2.

als mittlere Temperatur zeigt. In allen Zonen wird die Temperatur von einem Theile des Jahres durch die Temperatur der vorhergehenden Jahreszeiten modificirt. Unter den Tropen find die Erniederungen der Temperaturen wenig beträchtlich, weil die Erde in den vorhergehenden Monaten eine Masse an mittlerer Wärme empfangen hat, die zu Cumana 27°, zu Havannah 25°,5 des hunderttheiligen Thermometers entspricht.

Nach sämmtlichen Betrachtungen, die ich hier aus einandergesetzt habe, scheint es mir keinesweges wahrscheinlich, daſs die Temperatur unter dem Aequator 29°,2 erreichen könne, wie es der gelehrte und achtbare Verfasser der Abhandlung über die *astronomische Strahlenbrechung* angenommen hat. Schon der Pater de Bèze, der erste Reisende, welcher rieth, an den kältesten und wärmsten Stunden des Tages zu beobachten, glaubte in den Jahren 1686 und 1699, als er Siam, Malacca und Batavia verglich, zu finden, „daſs die Wärme nicht gröſser unter dem Aequator sey, als unter 14° Breite". Ich glaube, daſs ein Unterschied da ist, aber daſs er sehr klein ist und daſs er durch den Einfluſs sehr vieler Ursachen, die gleichzeitig auf die mittlere Temperatur eines Ortes wirken, versteckt wird. Die bis heut zu Tage gesammelten Beobachtungen geben uns nicht das Maſs einer fortschreitenden Temperaturzunahme zwischen dem Aequator und der Breite von Cumana.

---

## IV.

### *Ueber die gegenwärtige Lage des magnetischen Aequators nach Hrn. Duperrey.*

Die Karten von Hansteen (d. Ann. Bd. 71. Taf. IV.) und Morlet (Biot's Traité élément. T. II. Taf. IX.) geben die Lage und Form des magnetischen Aequators für 1780; es war also wichtig, zu untersuchen, ob hierin seitdem beträchtliche Aenderungen Statt gefunden. Dieſs ist neuerlich durch Hrn. Duperrey geschehen. Auf der in den J. 1822 — 1825 mit der Corvette la Coquille unternommenen Reise um die Welt durchschnitt derselbe den magnetischen Aequator sechs Mal, nämlich an folgenden Punkten:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | [illegible] | westl. Länge | [illegible] | | füdl. Br. |
| II. | 14 20 15 | - | - | 9 47 | - |
| III. | 83 28 | - | - | 8 45 | - |
| IV. | 85 46 | - | - | 6 18 | - |
| V. | 170 37 24 östl. | - | - | 0 53 | nördl. - |
| VI. | 145 2 38 | - | - | 7 0 | - |

Unter 27°½ u. 14°½ westl. Länge war, nach Morlet, die Breite des magnetischen Aequators: 14° 10′ u. 11° 36′; seit 1780 hat sich also der erste Punkt um 1° 43′ und der zweite um 1° 51′ dem geographischen Aequator *genähert*. Die vier übrigen Punkte haben sich dagegen, nach den Karten von Hansteen und Morlet, seitdem vom geograph. Aequator *entfernt*. Diese Erscheinungen lassen sich, ohne für den magnetischen Aequator eine Gestaltveränderung anzunehmen, sehr einfach durch die Hypothese erklären, dass derselbe von Jahr zu Jahr von Osten nach Westen fortrückt. Diesemnach würde er seit 1780 um 10° zurückgewichen seyn, und diess geben auch sehr nahe die directen Beobachtungen über die Lage der Knoten. Duperrey fand den Knoten unter 172° östl. L., der nach Hansteen's Karte unter 184° gelegen hatte, und Freycinet's Beobachtungen bringen den Tangentialpunkt Morlet's (unter 120° westl. L., Hansteen nimmt dafür zwei Durchschnittspunkte unter 108° und 126°), nach 132° westl. L. Eben so fand Sabine zu St. Thomas an der afrikanischen Küste, unter 0° 24′ N. Br., die Neigung 0° 4′ südl. (d. Ann. Bd. 82. S. 103), also fast unter 5° östl. Länge den Knoten, der nach Hansteen und Morlet im J. 1780 zum wenigsten unter 13° östl. L. befindlich gewesen. Hienach ist also das Daseyn einer fortschreitenden Bewegung des magnetischen Aequators sehr wahrscheinlich. Die Beobachtungen von Duperrey und Freycinet haben ferner in einem grösseren Umfange die Vermuthung Morlet's bestätigt, dass von der Lage eines Ortes gegen den magnetischen Aequator die Neigung und Abweichung daselbst abhängig sey. Wo vermöge jener Bewegung des magnetisch. Aequators die magnetische Breite eines Ortes (gemessen durch den als grössten Kreis betrachteten magnetischen Meridian des Orts) *zunimmt*, *nimmt* die Neigung der Magnetnadel *ab* und umgekehrt. So *wächst* die Inclination zu St. Helena und am Cap, während sie auf Ascension abnimmt. Dagegen ändert sich dieselbe nur wenig an Orten, die in der Nähe der Wendepunkte des magnetischen Aequators liegen, weil dieser hieselbst dem Erdäquator parallel läuft. Diess ist der Fall bei Otahaiti, wo Baily, Wales und Cook zwischen 1773 u. 1777 die Neigung zu 30° fanden, und Hr. Duperrey sie noch auf 30° 36′ antraf. Welchen Einfluss die Lage des magnet. Aequators auf die Abweichung der Magnetnadel ausübt, wird sich aus dem Detail der Beobachtungen von Freycinet und Duperrey ergeben. (Auszug aus den Annal. de Chim. et Phys. XXX. 347.)

---

## V.

## Ueber die Bestimmung der relativen Anzahl von einfachen Atomen in chemischen Verbindungen;

von

J. J. Berzelius.

(Beschluss.)

---

19. *Tantal.* Dieses Metall hat zwei Oxydationsstufen, in denen die Multipla des Sauerstoffs = 2 : 3 sind. Ueber die Anzahl der Tantal-Atome giebt es nichts als Muthmassung; und da die Tantalsäure einerseits nur sehr wenig Sauerstoff enthält, andrerseits als Säure nur wenig hervorstechende Eigenschaften besitzt, so werde ich annehmen, dass sie ist: 2Ta + 3O. Das Atomengewicht ist aus folgendem Versuch berechnet: 99,75 Theile reines Schwefeltantal wurden mit Beachtung der gewöhnlichen Vorsichtsmassregeln, die Schwefelsäure fortzuschaffen, zu Tantalsäure verbrannt und gaben 89,35. Der Unterschied zwischen beiden Gewichten verhält sich zum Sauerstoff in den 89,35 Tantalsäure, wie sich der Unterschied zwischen einem Atome Schwefel und einem Atome Sauerstoff verhält zu einem Atome Sauerstoff; diess setzt in den 89,35 Thl. Tantalsäure 10,287 Thl. Sauerstoff voraus. Wenn diess 3 Atome sind und die übrigen 79,063 zwei Atome Tantal, so wird das Gewicht des Tantal-Atoms: 1152,87, d. h. 184,65 Mal so schwer, als das des Wasserstoffs.

20. *Titan*, das höhere Oxyd dieses Metalles, oder

die Titansäure ist isomorph mit Zinnoxyd und muſs folglich, so wie dieses, 2 Atome Sauerstoff enthalten. Dieses Atomengewicht ist durch Heinrich Rose bestimmt. Er fand, daſs 101,7 Thl. Schwefeltitan zu 75,7 Thl. Titansäure verbrennen. Durch dieselbe Art Rechnung, wie beim Tantal, folgt daraus, daſs das Atomengewicht 289,1 wiegt, oder 62,25 Mal so viel, als das des Wasserstoffs.

21. *Gold.* Dieses Metall hat zwei Oxyde, worin die Sauerstoffmultipla sind = 1 : 3. Eins fehlt zwischen ihnen, von dem wir muthmaſsen, daſs es das purpurfarbene ist. Auszumachen, ob diese Oxyde aus: Au + O und Au + 3 O, oder aus: 2 Au + O und 2 Au + 3 O bestehen, ist nicht anders möglich, als durch die Beobachtung von Dulong und Petit über die specifische Wärme des Goldes; diese stimmt mit 2 Atomen Gold in diesen Oxyden überein. Das Atomengewicht des Goldes ist bestimmt durch die Quecksilbermenge, welche nöthig ist, das Gold aus seinem Chlorid zu fällen, während das Quecksilber sich ins Chlorid verwandelt. 142,9 Thl. Quecksilber schlagen 93,55 Gold nieder. Wenn aber das Quecksilber nur 2 Atome Chlor und das Gold 3 Atome Chlor aufnimmt, so entspricht das Quecksilber drei Atomen und das Gold zwei Atomen. Wenn folglich das Atom des Quecksilbers 1265,3 wiegt, so wiegt das des Goldes 1243, d. i. 199,079 Mal mehr, als das des Wasserstoffs.

22 u. 23. *Osmium* und *Iridium* sind die einzigen Körper, deren Verbindungsverhältnisse unbekannt sind.

24. *Platin.* Dieſs Metall hat zwei Oxydationsstufen, in welchen die Sauerstoffmultipla sind wie 1 und 2. Der Versuch, welchen ich in dem Vorherge-

henden von Dulong und Petit angeführt habe, scheint zu beweisen, daſs sie ein Atom Platin auf 1 oder 2 Atome Sauerstoff enthalten, obgleich das Platinoxydul sonst dem Kupferoxydul sehr gleicht, welches aus $2Cu + O$ besteht. Das Atomengewicht des Platins ist bestimmt durch die Zersetzung des Chlorürs im Glühen. 100 Thl. Platinchlorür hinterlassen 73,3 metallisches Platin, und wenn das fortgehende 2 Atomen Chlor sind, wiegt ein Atom Platin 1215,23 und ist 193,83 Mal so schwer, als ein Atom Wasserstoff.

25. *Rhodium.* Dieses Metall hat 3 Oxyde, worin die Sauerstoffmultipla sind: 1, 2 und 3; ob aber diese mit einem oder zwei Atomen Rhodium vereinigt sind, hat bisher noch nicht mit einiger Bestimmtheit berechnet werden können. Das mittlere dieser Oxyde vereinigt sich mit Basen und enthält in der Verbindung, welche mit Kali erhalten wird, nachdem der Ueberschuſs von Alkali ist ausgewaschen worden, vier Mal so viel Sauerstoff, als die Basis. Aber daraus kann nicht mehr gefolgert werden, als daſs diese Oxydationsstufe nicht 3 Atomen Sauerstoff enthält; denn die neutrale Verbindung, aus welcher die Sauerstoffatome sollten berechnet werden, wird vom Wasser zerstört. Da das Rhodium in vielen seiner Verhältnisse dem Platin gleicht, aber nur das halbe specifische Gewicht desselben besitzt, so ist es nicht wahrscheinlich, daſs sein Atom schwerer ist, als das des Platins; dieses wird es aber, wenn man in der angeführten Oxydreihe bloſs ein Atom Rhodium vereinigt mit 1, 2 und 3 Atomen Sauerstoff annimmt. Ich nehme deshalb das Rhodiumoxydul zu $2R + O$ an. Das demselben entsprechende Chlorür, durchs Glühen zersetzt, hinterläſst von 100

Theilen 77,23 Thl. metallisches Rhodium. Wenn aber die fortgegangenen 22,77 eben so, wie das zurückgebliebene Metall, ein Atom ausmacht, so wiegt ein Atom Rhodium 750,65, oder ist 120,2 Mal so schwer, als das Wasserstoffatom.

26. *Palladium.* Man kennt von diesem Metall nur ein Oxyd und eine Schweflungsstufe, und beide halten eine gleiche Anzahl von Atomen. Es bleibt also bloss die Vermuthung übrig, dass sie aus einem Atome von jedem Elemente zusammengesetzt sind. 100 Thl. Palladium nehmen zur völligen Sättigung 28,15 Schwefel auf, und wenn diess ein Atom ist, so wiegt ein Atom Palladium 714,60 und ist 114,45 Mal so schwer, als das Atom des Wasserstoffs.

27. *Silber.* 100 Thl. Silber geben, nach dem, was ich schon beim Chlor angeführt habe, 132,75 Thl. Chlorsilber. Ich habe allen Grund, dieses als $AgCl^2$ zu betrachten und das Silberoxyd als zusammengesetzt aus einem Atome Radikal und einem Atome Sauerstoff, in Uebereinstimmung mit den stärkeren Basen unter den Metalloxyden. Die grosse Leichtigkeit, womit das Superoxyd dieses Metalles seinen Sauerstoff abgiebt, scheint zu zeigen, dass man annehmen muss, das Superoxyd enthalte mehr Sauerstoff, als: $Ag + O$. In diesem Falle wiegt das Atom des Silbers 1351,605, oder ist 216,46 Mal so schwer, als das Atom des Wasserstoffs.

Ich habe zuvor angeführt, dass das Atomengewicht, welches aus der specifischen Wärme des Silbers in Dulong's und Petit's Versuchen hergeleitet wird, nur gerade zu der Hälfte von diesem ausfällt; denn sie fanden die specifische Wärme des Silbers

= 0,0557, welche mit $\frac{1351,605}{2}$ multiplicirt = 0,5764 ist. Es liefse fich wohl fagen, dafs für eine Zufammenfetzung des Silberoxydes, wie fie aus diefem Atomengewicht folgt, die Analogien mit dem Queckfilber- und Kupferoxydul angeführt werden könnte. Vergleicht man aber weiter das Silber mit dem Blei, fowohl hinfichtlich ihres fpecififchen Gewichts, als hinfichtlich ihrer Verbindungen mit Chlor (Hornblei und Hornfilber), fo findet man es gewifs wunderlich, wenn das Atomengewicht des Silbers blofs die Hälfte von dem des Bleies, und im Hornfilber vom Radikal die doppelte Anzahl Atome gegen die im Hornblei feyn foll. Indefs mufs die Sache bis auf Weiteres als unentfchieden betrachtet werden. In den Tabellen (des Lehrbuchs) wird der ganze Unterfchied der, dafs in dem einen Falle das Silber-Atom mit einem einfachen und in dem andern mit einem doppelten oder durchftrichenen Buchftaben, entweder mit $\dot{A}g$ oder mit $\dot{}$g bezeichnet wird.

28. *Queckfilber*. Nach den Verfuchen von Sefström nehmen 100 Thl. Queckfilber, um Oxyd zu werden, 7,89; 7,9 bis 7,97 Thl. Sauerftoff auf, und um Oxydul zu werden, die Hälfte diefer Quantität. Sefström betrachtet 7,9 als die nächfte Approximation zum richtigen Verhältniffe. Da das Oxyd eine ftärkere Bafis ift, als das Oxydul, welches oft durch Einwirkung fehr geringer Kräfte metallifches Queckfilber abfetzt und fich in Oxyd verwandelt, fo hat man Grund, diefes als aus 2Hg + O und Hg + O zufammengefetzt zu betrachten. Das Atom des Queckfilbers wiegt dann 1265,8, oder 202,72 Mal fo viel, als das des Waffers.

29. *Kupfer.* Das Atom dieses Metalles gehört zu denen, die am leichtesten und mit großer Genauigkeit bestimmt werden können; weil man dazu nur eine gewogene Quantität von reinem Kupferoxyd in einem kleinen gewogenen Glasapparat durch Wasserstoffgas zu reduciren braucht. *a*) 7,68075 Grm. Kupferoxyd, zur Befreiung von Feuchtigkeit vor dem Wägen in dem Gefässe unter Hindurchleitung von trockner Luft geglüht, verloren bei der Reduction mit Wasserstoffgas 1,55 Grm. an fortgegangenem Sauerstoff. *b*) 9,6115 Grm. Kupferoxyd verloren bei gleicher Behandlung 1,939 Sauerstoff. Hundert Theile Kupfer geben nach dem ersten 125,272 und nach dem letzten 125,2824 Thl. Kupferoxyd. Diese Versuche variiren also erst n der fünften Ziffer des Gewichts vom Kupferoxyd und auch da nur um Eins. Der erste Versuch ist der Berechnung zum Grunde gelegt, wobei wir sowohl aus der Isomorphie des Kupferoxyds mit dem Eisenoxydul, als auch aus der specifischen Wärme desselben mit ziemlicher Sicherheit schliessen können, dass es aus Cu + O besteht. Dann wiegt ein Atom Kupfer 395,695 und ist 63,325 Mal so schwer, als das des Wasserstoffs.

30. *Uran.* Nach den Versuchen von Arfvedson und mir, hat diess Metall zwei Oxyde, in denen die Sauerstoffmultipla sind 2 und 3. Diess giebt Anleitung, diese Oxyde als: U + O und 2U + 3O zu betrachten, weil jedenfalls das Uran, ungeachtet es nicht zu den specifisch schweren Körpern gehört, doch das höchste Atomengewicht besitzt. Das Atomengewicht des Urans kann mit gleicher Genauigkeit und auf dieselbe Weise, *wie das des* Kupfers, bestimmt werden, wenn man

Uranoxydul in einem Strome von Wasserstoffgas gelinde glüht. Auf diese Weise fand Arfvedson, womit auch ein späterer von mir angestellter Versuch vollkommen übereinstimmt, dass 100 Thl. Uran im Oxydul mit 3,557 Thl. Sauerstoff vereinigt sind. Dem zu Folge wiegt das Uran-Atom 2711,36, oder 434,43 Mal so viel, als das des Wasserstoffs.

31. *Wismuth* hat zwei Oxyde, von welchen bloss das eine seiner Zusammensetzung nach bekannt ist. Das Schwefelwismuth enthält eine gleiche Anzahl Atome wie das Wismuthoxyd. Um über die Anzahl von Atomen in dem Wismuthoxyde zu einiger Gewissheit zu kommen, haben wir keine andere Anleitung, als Dulong's und Petit's Versuche über die specifische Wärme der Metalle; aus ihnen findet man, dass, wenn Wismuthoxyd: Bi + O ist, das Product der Multiplication der specifischen Wärme mit dem Atomengewicht ¼ ausmacht, dass aber, wenn das erstere 2Bi + 3O ist, letzteres gleich wird mit den Producten bei den übrigen 9 Körpern, die ich schon angeführt habe. In diesem Falle ist das Wismuthoxyd zusammengesetzt aus derselben Anzahl von Atomen, wie das Antimonoxyd, mit welchem es bekanntlich in seinem Verhalten so viele Analogie hat. — Lagerhjelm fand, dass 100 Thl. metallisches Wismuth sich mit 11,275 Thl. Sauerstoff verbinden, und wenn diess 2 und 3 Atomen sind, so wiegt das Atom Wismuth 1330,4 und ist 213,07 Mal schwerer, als das des Wasserstoffs.

32. *Zinn*. Das von Dulong und Petit bemerkte Verhältniss zwischen der specifischen Wärme und dem Atomengewicht des Zinns, zeigt, dass in den beiden Oxyden des Zinns, wie in denen des Platins, ein

Atom Zinn vereinigt ist mit *einem* und mit *zwei* Atomen Sauerstoff. Hundert Theile Zinn mittelst reiner Salpetersäure in Zinnoxyd verwandelt, gaben 127,2 Thl. dieses Oxydes. Daraus folgt, daſs das Atom des Zinns wiegt: 735,29, oder 117,76 Mal so viel, als das Wasserstoffatom.

33. *Blei.* Die Zusammensetzung des Bleioxydes kann auf dieselbe Weise und mit derselben Genauigkeit bestimmt werden, wie die des Kupferoxyds. Nach einer Mittelzahl aus 4 Versuchen, von welchen einige nur in der 6ten Ziffer des Gewichts vom Bleioxyde variirten, vereinigen sich 100 Thl. Blei mit 7,725 Thl. Sauerstoff, woraus folgt, daſs das Atom des Bleies 1294,5 wiegt, und daſs es 207,12 Mal schwerer ist, als das des Wasserstoffatoms.

34. *Cadmium.* Nach Stromeyer's Versuchen nehmen 100 Thl. Cadmium in der einen bekannten Oxydationsstufe dieses Metalles 14,352 Thl. Sauerstoff auf. Dieſs Oxyd ist muthmaſslich Cd + O, und dann wiegt ein Atom vom Cadmium 696,77, oder ist 111,6 Mal so schwer, als das vom Wasserstoff.

35. *Zink.* Nach den übereinstimmenden Versuchen von Gay-Lussac und mir, nehmen 100 Thl. Zink, um Zinkoxyd zu werden, 24,8 Thl. Sauerstoff auf. Das Atom des Zinks wiegt alsdann 403,225, und ist 64,57 Mal so schwer, als das des Wasserstoffs.

36. *Nickel.* Rothhoff fand, daſs 188 Thl. Nikkeloxyd, zu neutralem Chlorür verwandelt, mit salpetersaurem Silber 718,2 Thl. Chlorsilber gaben. Hieraus wird das Gewicht des Nickels berechnet, auf die Weise, daſs sich wie 718,2 : 188 verhält das Gewicht von $AgCl^2$ (1794,255) zu NiO. Dieſs giebt für das

Atom des Nickeloxydes 469,755, wovon ein Atom Sauerstoff = 100 abgezogen, für das Nickel-Atom übrig bleibt: 369,755, und dieses 59,21 Mal so viel wiegt, als das des Wasserstoffatoms.

37. *Kobalt.* Rothhoff fand, dafs 169,2 Thl. Kobaltoxyd zu neutralem Chlorür verwandelt und mit salpetersaurem Silber gefällt, 1029,9 Thl. Chlorsilber erzeugten; durch eine mit der oben angeführten völlig gleichen Rechnung folgt dann, dafs das Atom des Kobaltes 369 wiegt und dafs es 59,11 Mal so schwer ist, als das Atom des Wasserstoffs.

38. *Eisen.* Bei mehreren wiederholten Versuchen habe ich gefunden, dafs 100 Thl. schwedischen Eisens, von der Sorte, die zu Claviersaiten gezogen wird, 143,5 Thl. Eisenoxyd giebt; und dieses Eisen 0,005 seines Gewichtes Kohle enthält. Wird diese Kohle abgezogen, so bleibt als Resultat, dafs 100 Theile Eisen 144,25 Thl. Eisenoxyd geben. Einige Chemiker nehmen die Zusammensetzung des Eisenoxydes nach dem unmittelbaren Resultate der Verwandlung des Eisens zu Oxyd an, ohne die Kohle abzurechnen. Diefs ist offenbar unrichtig. In den von mir angestellten Versuchen würde die Kohle durch Verbrennung in Kohlensäure verwandelt und der Kohlengehalt nach dem Gewichte des erhaltenen kohlensauren Kalkes bestimmt. Wenn nun die gefundenen Zahlen 100 und 44,25 nach dem, was schon vorher bestimmt worden, 2 und 3 Atome sind, so wiegt das Atom des Eisens 339,215 und ist 54,33 Mal so schwer, als das des Wasserstoffs.

39. *Mangan.* 100 Thl. Mangan vereinigen sich mit 42,16 Sauerstoff, um Manganoxyd, d. i. 2Mm + 3O zu werden. Daraus folgt, dafs das Atom des Man-

gans 355,787 wiegt und 56,95 Mal so schwer ist, als das des Wasserstoffs.

40. *Cerium.* In den Oxyden dieses Metalles verhalten sich die Sauerstoffmultipla wie 2 und 3. Diess ist, nach dem, was wir bei andern Metallen angenommen haben, eine Andeutung, sie als: Ce + O und 2 Ce + 3 O zu betrachten. Nach den Versuchen von Hisinger nehmen 100 Thl. Cerium im Oxydul 14,821 Thl. Sauerstoff auf; woraus folgt, dass das Atom des Ceriums 574,72 wiegt, oder 92,049 Mal so viel, als das des Wasserstoffs.

41. *Zirconium.* Der Sauerstoffgehalt der Zirkonerde ist nach der Menge bestimmt, die von derselben 100 Thl. Schwefelsäure sättigen. In sechs Versuchen wurden die folgenden Mengen: 75,74; 75,80; 75,84; 75,84; 75,92 u. 75,96 Thl. Zirkonerde erhalten. Diese müssen nun 19,95 Thl. Sauerstoff enthalten. Um zu bestimmen, wie viel Sauerstoffatome diese ausmachen, bedient man sich des Umstandes, dass Fluorzirconium sich mit Fluorkalium in zwei Verhältnissen verbindet, worin die Fluormultipla zwischen beiden Salzen sind: wie 1 : 1 und 2 : 3. Da dieses auch mit Fluoraluminium und mit Fluoreisen der Fall ist, wo die Oxyde 3 Atome Sauerstoff enthalten, so ist diess eine Andeutung, die Zirconerde, wie diese Oxyde, als bestehend aus 2 Zr + 3 O zu betrachten. Dann wiegt das Atomengewicht 420,21, oder 67,2 Mal so viel, als das des Wasserstoffatoms.

42. *Yttrium.* Man hat nach Aehnlichkeit der Yttererde mit dem Ceroxydul, allen Grund, sie mit jenem als gleich zusammengesetzt zu betrachten, nämlich aus: Y + O. Die Zusammensetzung der Ytter-

erde ist darnach berechnet, daſs 100 Thl. gelinde geglühter ſchwefelſaurer Yttererde, mit Chlorbaryum gefällt, 145,27 Thl. ſchwefelſ. Baryt geben. Daraus berechnet, fällt das Gewicht eines Atomes zu 402,57 aus, und iſt 64,47 Mal ſo ſchwer, als das des Waſſers.

43. *Beryllium* (das Glycinm der engliſchen und franzöſiſchen Chemiker). Das Beryllium hat nur eine bekannte Oxydationsſtufe. Die Beryllerde vereinigt ſich leicht mit ſolchen Oxyden, die 3 Atome Sauerſtoff enthalten, z. B. mit Schwefelſäure, Kieſelſäure und Thonerde, und zwar in ſolchen Verhältniſſen, daſs die Beryllerde $\frac{1}{2}$ und ſogar $\frac{1}{3}$ ſo viel Sauerſtoff enthält, wie dieſe; dieſs deutet an, daſs die Erde muthmaſslich weder ein noch zwei Atomen enthält, ſondern wie die Thon- und Zirkonerde 3 Atome, und wahrſcheinlich dieſe mit 2 Atomen des Radikals verbunden ſind. Die Zuſammenſetzung des Smaragds und Euclaſes, welche Doppelſilicate von Thonerde und Beryllerde ſind, ſtimmen nicht wohl mit einem andern Atomenverhältniſſe in der Beryllerde, als mit dieſem. Das Atomengewicht iſt nach folgendem Verſuch beſtimmt: ſchwefelſaure Beryllerde (ganz geſättigt), die 100,1 Thl. Beryllerde enthielt, gab 454,9 ſchwefelſ. Baryt, als ſie mit Chlorbaryum gefällt wurde. Daraus findet man, daſs die Erde 31,154 pr. Ct. Sauerſtoff enthalten muſs. Wenn denn die Erde $2Bl + 3O$ iſt, ſo wiegt das Beryllium 331,28, und ſein Atom iſt 53,04 Mal ſo ſchwer, als das des Waſſerſtoffs.

44. *Aluminium.* 100 Thl. waſſerfreier ſchwefelſaurer Thonerde hinterlaſſen, nach Verjagung der

Säure im heftigen Feuer, 29,934 Thl. Thonerde. 100 Thl. Schwefelsäure werden folglich von 42,7227 Thl. Thonerde gesättigt, und die Erde enthält 46,7047 pr. Ct. Sauerstoff. Diese ist 2 Al + 3 O, und folglich wiegt das Atom 171,667, oder 27,49 Mal so viel, als das des Wasserstoffs.

45. *Magnesium.* Mehrere Chemiker haben in den letzteren Jahren die Zusammensetzung und das Sättigungsverhältnifs der Talkerde untersucht, mit einem Resultat, das nicht ganz mit dem meinigen übereinstimmt. Ich habe auf folgende Art verfahren. Um eine von Manganoxydul freie Talkerde zu erhalten, wurde Magnesia alba in Wasser gelöst, worin Kohlensäuregas geleitet wurde. Die Auflösung gab beim Kochen eine Talkerde, worin nicht eine Spur von Mangan enthalten war. 100 Theile von dieser reinen, durch Glühen caustisch gemachten, Talkerde, in einem gewogenen Platintiegel in einem Ueberschufs von destillirter, mit Wasser verdünnter Schwefelsäure aufgelöst, vorsichtig abgedunstet und der Ueberschufs von Säure bei einer allmälig bis zum Glühen steigenden Hitze fortgejagt, hinterliefsen 293,985 Thl. schwefelsaurer Talkerde, die sich ohne Trübung in Wasser auflöste und folglich durch die Hitze erst einen Theil ihrer Säure verloren hatte *). Hieraus kann man das Atomengewicht des Magnesiums berechnen, welches dann wird: 158,36,

*) In diesem Falle behält die Erde ihre Säure beim Glühen, weil das Wasser, was sonst eine Spur davon wegführt, eher als der Säureüberschufs fortdunstet. Ich habe gezeigt, dafs der Niederschlag mit Chlorbaryum ein unrichtiges Resultat liefert, dadurch, dafs Magnesia mit dem schwefelsauren Baryt niederfällt.

oder 25,53 Mal so viel wiegt, als das des Wasserstoffs.

46. *Calcium.* Das Atom desselben ist nach folgendem Versuche bestimmt: 301 Thl. wasserfreien Chlorcalciums in Wasser aufgelöst und mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt, geben 773 Thl. Chlorcalcium. Danach das Atomengewicht berechnet, wird diess 256,03, d. i. das 41 fache des vom Wasserstoff.

47. *Strontian.* Stromeyer fand, dass 100 Thl. wasserfreies Chlorstrontium 181,25 Thl. Chlorsilber hervorbringen. Dieses giebt das Atomengewicht des Strontiums zu 547,3, oder zu 87,57 Mal so schwer, als das des Wasserstoffs.

48. *Baryum.* 100 Thl. wasserfreies Chlorbaryum gaben in zwei Versuchen 138,06 und 138,08 Chlorsilber. Dieselbe Quantität Chlorbaryum gab mit Schwefelsäure 112,17 und 112,18 Thl. schwefelsauren Baryts. Nach dem Mittel aus den ersteren dieser wiegt ein Atom Baryum 856,95, und nach dem Mittel aus den letzteren 856,93, welche folglich als durchaus miteinander übereinstimmend angesehen werden können. Das Baryumatom wiegt alsdann 137,11 Mal mehr, als das Wasserstoffatom.

49. *Lithium.* 420,4 Thl. Chlorlithium gaben nach Arfvedsons Versuchen 1322,4 Thl. Chlorsilber; diess giebt das Atomengewicht für das Lithium: 127,8, oder 20,45 Mal so schwer, als das des Wasserstoffs.

50. *Natrium* (das Sodium der französischen und englischen Chemiker). 100 Thl. Chlornatrium geben 244,6 Thl. Chlorsilber. Daraus folgt, dass das Atom des Natriums 290,92 wiegt, oder 46,55 Mal so viel, als das des Wasserstoffs.

5. Kalium (das Potassium der französischen und englischen Chemiker). 100 Thl. Chlorkalium gaben [illegible] Thl. Chlorsilber. Daraus folgt, dass das Atomengewicht des Kaliums 487,915 wiegt, und 78,14 Mal so schwer ist, als das Wasserstoffatom. Kalium und Natrium sind darin von einander verschieden, dass das Superoxyd von Kalium: $K + 3O$, und das von Natrium: $2Na + 3O$ ist *).

*) Hinsichtlich dessen, was in der ersten Abtheilung dieses Aufsatzes Bd. [illegible] S. [illegible] über den Phosphor gesagt ist, muss bemerkt werden, dass dem Hrn. Verfass. zur Zeit, als derselbe diesen Aufsatz schrieb, die Untersuchung des Prof. H. Rose über die Phosphorverbindungen unbekannt war. Noch ist zu bemerken, dass es Bd. 83. S. 397 unter dem Titel nicht Thl. II; sondern Thl. III heissen muss. P.

# VI.

## Ueber die Verbindungen des Phosphors mit dem Wasserstoff und den Metallen;

von

Heinrich Rose.

(Fortsetzung der in Bd. 82. S. 214 abgebrochenen Abhandlung.)

---

Kurze Zeit, nachdem im Februarhefte dieser Annalen der Anfang dieser Abhandlung erschienen war, hatte ich dem Herausgeber die Fortsetzung für das Märzheft übergeben. Der Druck derselben war schon vollendet, als ich das Februarheft der Annales de Chimie et de Physique erhielt, in welchem sich ein Aufsatz des Herrn J. Dumas über die Verbindungen des Phosphors, und vorzüglich über die mit Wasserstoff, befindet. Die von ihm gefundenen Resultate stimmten indessen mit den meinigen fast in keinem Punkte überein. Die Verschiedenheit der Resultate dieses ausgezeichneten Chemikers, und der von mir gefundenen, bewog mich, die Fortsetzung meiner Abhandlung zurückzunehmen; ich hielt es für nothwendig, durch neue Versuche mich von der Wahrheit meiner Resultate nochmals zu überzeugen. Ich fand indessen das wiederum bestätigt, was ich früher gefunden hatte, und mache daher meine Abhandlung unverändert bekannt, nachdem ich sie nur durch eine gröfsere Zahl von Versuchen erweitert habe. Ich werde in der Folge mir alle mögliche Mühe geben, zu untersuchen, woher der Mangel an Uebereinstimmung zwischen

der Arbeit des Herrn Dumas und der meinigen herrührt.

II. Ueber das Gas, das durch Erhitzung der wasserhaltigen phosphorichten Säure erhalten wird.

Man hat bisher ganz allgemein angenommen, dass dieses Phosphorwasserstoffgas, welches bei Berührung mit der atmosphärischen Luft sich nicht entzündet, weniger Phosphor enthalte, als das gewöhnliche durch Kochen des Phosphors mit Wasser und einem Alkali oder einer alkalischen Erde bereitete Gas. Man hat nie daran gedacht, diese Annahme zu bestreiten, hauptsächlich wohl deshalb, weil es zu wahrscheinlich schien, dass die Selbstentzündlichkeit des gewöhnlichen Phosphorwasserstoffgases der grösseren Menge des in diesem enthaltenen Phosphors zuzuschreiben sey. Die Resultate der Untersuchungen indessen, die ich mit dem sich nicht von selbst an der Luft entzündenden, aus der wasserhaltigen phosphorichten Säure bereiteten, Phosphorwasserstoffgase angestellt habe, sind jener allgemeinen Ansicht ganz entgegen, und beweisen, dass dieses Gas mehr Phosphor enthält, als das gewöhnliche Phosphorwasserstoffgas.

Die wasserhaltige phosphorichte Säure, aus welcher ich durch Erwärmung das sich nicht von selbst entzündende Phosphorwasserstoffgas bereitete, wurde durch Zersetzung des flüssigen Chlorphosphors durch Wasser erhalten; die entstandene Chlorwasserstoffsäure wurde durch Abdampfen entfernt. Die grossen Mengen von flüssigem Chlorphosphor, die ich hierzu gebrauchte, gewann ich dadurch, dass ich Phosphor in einem starken Strome von Chlorgas in einem passenden Apparate erhitzte, und den entstandenen Chlorphosphor abdestil-

lirte. Kommt viel Phosphordampf mit Chlor in Berührung, so entsteht nur flüssiger Chlorphosphor; hat sich indessen auch zugleich fester Chlorphosphor gebildet, so verwandelt man denselben in flüssigen, wenn man das Destillat mit Phosphor sehr gelinde erwärmt*).

Das durch Erwärmung der wasserhaltigen phosphorichten Säure, die nur noch bisweilen geringe Spuren von Chlorwasserstoffsäure enthielt, gewonnene Gas leitete ich, nachdem es durch Chlorcalcium getrocknet worden, über eine gewogene Menge von Kupferchlorid (Chlorkupfer im Maximum), und erwärmte dieses so gelinde, dass sich durch die Erwärmung kein Chlor daraus entwickeln konnte. Die Zersetzung des Kupferchlorids erfolgte durch dieses Phosphorwasserstoffgas schneller, als durch das andere; es bildete sich sogar schon Chlorwasserstoffgas ehe das Kupferchlorid erhitzt wurde, auch wenn ich eine phosphorichte Säure anwandte, die nicht eine Spur von Chlorwasserstoffsäure enthielt. Die Operation wurde so lange fortgesetzt, bis sich keine Salmiaknebel erzeugten, wenn das Gas über flüssiges kaustisches Ammoniak geleitet wurde. Hierbei zeigte sich eine sonderbare Erscheinung. So lange das entweichende Gas aus vielem Chlorwasserstoffgase und wenig Phosphorwasserstoffgase bestand, wie zu Anfange der Operation, so ent-

*) Verbrennt man Phosphor in Chlorgas, so ist die Flamme, bei welcher sich der feste Chlorphosphor bildet, sehr verschieden von der, bei welcher der flüssige entsteht. Die erstere ist springend und knisternd, die letztere gleichförmig. Der Unterschied zwischen beiden ist so auffallend, dass man schon durch die Flamme wissen kann, ob sich fester oder flüssiger Chlorphosphor, oder beide zu gleicher Zeit bilden.

zündete es sich zwar nie von selbst an der Luft, nachdem es durch Wasser, oder durch eine Auflösung von Kali oder kohlensaurem Ammoniak geleitet worden, wohl aber, wenn es mit den Dämpfen des caustischen Ammoniaks in Berührung kam. Bestand hingegen das Gas aus wenig Chlorwasserstoffgas und vielem Phosphorwasserstoffgas, so entzündete es sich nicht mehr von selbst bei Berührung mit Ammoniakgas. Ich werde auf diese Erscheinung in der Folge wieder zurückkommen.

1,529 Grm. Kupferchlorid gaben durch Zersetzung mit dem von selbst sich nicht entzündenden Phosphorwasserstoffgase 1,202 Grm. Phosphorkupfer. — Dieses Resultat war mir sehr unerwartet, denn da 1,529 Grm. Kupferchlorid 0,722 Grm. Kupfer enthalten, so bestand das gebildete Phosphorkupfer in 100 Theilen aus:

| | |
|---|---|
| 60,07 | Kupfer |
| 39,93 | Phosphor |
| 100,00. | |

Diese Zusammensetzung entspricht indessen so nahe wie möglich einer Verbindung von vier Atomen Phosphor und drei Atomen Kupfer, denn diese besteht der Berechnung nach aus:

| | |
|---|---|
| 60,21 | Kupfer |
| 39,79 | Phosphor |
| 100,00. | |

Wenn aber bei diesen Versuchen sich aller Phosphor des zersetzten Gases mit dem Kupfer, und aller Wasserstoff mit dem Chlor verbunden hat, so enthält das sich nicht von selbst entzündende Phosphorwasser-

stoffgas noch ein Mal so viel Phosphor, oder nur halb so viel Wasserstoff, als das gewöhnliche, sich von selbst entzündende Phosphorwasserstoffgas. Denn da, im Kupferchlorid drei Atome Kupfer mit zwölf Atomen Chlor verbunden sind, und letztere eine gleiche Anzahl von Atomen Wasserstoff aufnehmen, um Chlorwasserstoff zu bilden, so muss das zersetzte Gas aus einem Atome Phosphor verbunden mit drei Atomen Wasserstoff bestanden haben. Es wäre also im Hundert zusammengesetzt aus:

| | |
|---|---|
| 95,46 | Phosphor |
| 4,54 | Wasserstoff |
| 100,00. | |

Bei Wiederholung dieses Versuches erhielt ich aus 1,658 Grm. Kupferchlorid 1,264 Grm. Phosphorkupfer. Letzteres bestand also aus:

| | |
|---|---|
| 61,95 | Kupfer |
| 38,05 | Phosphor |
| 100,00. | |

Dieses Resultat sah ich als eine Bestätigung an, dass das sich nicht von selbst entzündende Phosphorwasserstoffgas so zusammengesetzt sey, wie ich es aus dem ersten Versuche gefolgert hatte. Indessen, als ich bei einem dritten Versuche dieses Phosphorwasserstoffgas über gepülverten reinen Schwefelkies leitete, und dazu, wegen der langsameren Zersetzung, eine grössere Menge des Gases gebrauchte, erhielt ich ein Phosphoreisen, welches — nach einer Analyse, bei der es in Salpetersäure gelöst, die Auflösung mit Ammoniak gesättigt, das Eisen durch Hydrothionammoniak gefällt, das Schwefeleisen in Königswasser gelöst und

das Eisenoxyd durch Ammoniak niedergeschlagen worden war — aus

46,83 Eisen
53,17 Phosphor

100,00

bestand. Dieses Verhältniss stimmt zwar mit der berechneten Zusammensetzung einer Verbindung aus einem Atome Eisen und zwei Atomen Phosphor, denn eine solche würde im Hundert bestehen aus:

46,37 Eisen
53,63 Phosphor

100,00.

Aber wenn das angewandte Gas eine Verbindung von einem Atome Phosphor mit drei Atomen Wasserstoff gewesen wäre, so hätte ich in diesem Falle eine Verbindung von drei Atomen Eisen mit acht Atomen Phosphor erhalten müssen; eine Verbindung, die im Hundert bestände aus:

39,34 Eisen
60,66 Phosphor

100,00.

Bei ferneren vielfältigen Versuchen erhielt ich so verschiedene Resultate, dass ich offenbar sah, dass das Gas verschieden zusammengesetzt seyn müsse, dass es mehr oft weniger Phosphor enthalte, als ein aus einem Atome Phosphor und drei Atomen Wasserstoff bestehendes Gas, dass es aber auch noch mehr Phosphor als ein solches enthalten könne, wie das Resultat des folgenden Versuches beweist.

Ich leitete das Gas über 0,8495 Grm. Kupferchlo*rür* (*Chlor*kupfer im Minimum) und erhielt 0,90[illegible]

Grm. Phosphorkupfer; da dieses 0,5448 Grm. Kupfer enthalten mufste, so war es im Hundert zusammengesetzt aus:

| | |
|---|---|
| 60,03 | Kupfer |
| 39,97 | Phosphor |
| 100,00 | |

Da nun das Kupferchlorür zwei Atome Chlor enthält, und die Zusammensetzung dieses Phosphorkupfers einer Verbindung von vier Atomen Phosphor und drei Atomen Kupfer entspricht, so mufste das angewandte Gas aus zwei Atomen Phosphor und drei Atomen Wasserstoff bestanden, und folglich noch ein Mal so viel Phosphor enthalten haben, als das Gas, welches beim ersten Versuche dieses Abschnittes angewandt worden war. — Ich leitete nun das Gas, welches die nach diesem Versuche übrig gebliebene Menge der phosphorichten Säure gab, über 1,490 Grm. Kupferchlorid; ich erhielt 1,057 Grm. Phosphorkupfer, das also im Hundert zusammengesetzt war aus:

| | |
|---|---|
| 66,51 | Kupfer |
| 33,49 | Phosphor |
| 100,00. | |

und daher einer Verbindung entspricht, welche aus einem Atome Phosphor und einem Atome Kupfer besteht, da eine solche im Hundert zusammengesetzt ist aus:

| | |
|---|---|
| 66,86 | Kupfer |
| 33,14 | Phosphor |
| 100,00. | |

Das zu dieser Zersetzung angewandte G

folglich aus einem Atome Phosphor und vier Atomen Wasserstoff bestanden haben.

Da es mir nun wahrscheinlich schien, daſs das Gas bei den verschiedenen Perioden seiner Entwickelung aus der wasserhaltigen phosphorichten Säure verschieden zusammengesetzt seyn müſste, so stellte ich folgenden Versuch an. Aus einer Quantität von wasserhaltiger phosphorichter Säure, die ich aus neun Unzen flüſsigem Chlorphosphor bereitet hatte, wurde das Phosphorwasserstoffgas durch Erhitzen allmälig entwickelt, und über geringe Quantitäten von Kupferchlorid geleitet. Sobald die erste Quantität desselben vollständig in Phosphorkupfer verwandelt worden war, lieſs ich die Retorte mit der phosphorichten Säure erkalten, um eine zweite Quantität von Kupferchlorid der Einwirkung des folgenden Gases zu unterwerfen. Es gelang mir auf diese Weise elf verschiedene Quantitäten von Kupferchlorid vollständig in Phosphorkupfer zu verwandeln. Als ich die zwölfte Quantität von Kupferchlorid der Einwirkung des Gases unterwarf, war zwar die phosphorichte Säure noch nicht ganz vollständig in Phosphorsäure verwandelt, aber die Retorte war durch die anhaltende Einwirkung der Phosphorsäure so angegriffen worden, daſs sie während dieses Versuches Löcher bekam, und daher kein Resultat mehr erhalten werden konnte. Die Reihe dieser Versuche dauerte ununterbrochen fünf Tage. Folgende Tabelle enthält die Resultate derselben:

| Reihefolge der Verſuche, wie ſie nach einander angeſtellt worden | Angewandtes Kupferchlorid | Erhaltenes Phosphorkupfer | Beſtandtheile deſſelben im Hundert | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Kupfer | Phosphor |
| Iſter Verſuch | 0,6855 Grm. | 0,4505 Grm. | 71,81 | 28,19 |
| II. - - | 1,077 - | 0,76 - | 66,88 | 33,12 |
| III. - - | 0,5855 - | 0,3775 - | 73,22 | 26,78 |
| IV. - - | 0,7085 - | 0,4465 - | 74,89 | 25,11 |
| V. - - | 0,7805 - | 0,495 - | 74,42 | 25,58 |
| VI. - - | 0,7625 - | 0,4935 - | 72,93 | 27,07 |
| VII. - - | 0,96 - | 0,626 - | 72,38 | 27,62 |
| VIII. - - | 0,311 - | 0,2485 - | 59,07 | 40,93 |
| IX. - - | 0,319 - | 0,2265 - | 66,49 | 33,51 |
| X. - - | 0,46 - | 0,3145 - | 69,03 | 30,97 |
| XI. - - | 0,905 - | 0,5845 - | 73,09 | 26,91 |

Man ſieht aus dieſer Tabelle, wie verſchieden das Phosphorwaſſerſtoffgas zuſammengeſetzt ſeyn kann, das man durch Erhitzung der waſſerhaltigen phosphorichten Säure erhält. Bei dieſen Verſuchen, bei denen zur Entwicklung des Gaſes im Ganzen genommen faſt die niedrigſte Temperatur angewandt wurde, um die phosphorichte Säure zu zerſetzen, entwickelte ſich in manchen Perioden ein Gas, das nur wenig mehr Phosphor enthielt, als das durch Einwirkung des Phosphors auf Kalihydrat oder Kalkhydrat erhaltene Gas, denn ich habe im erſten Abſchnitte dieſer Abhandlung gezeigt, daſs dieſes Phosphorwaſſerſtoffgas das Kupferchlorid in ein Phosphorkupfer verwandelt, das in 100 Theilen aus 75,16 Kupfer und 24,84 Phosphor beſteht. Manchmal erzeugte ſich ein Gas, das vier Atome Waſſerſtoff gegen einen Atom Phosphor enthielt, und nur bei einem Verſuche entſtand ein Gas, das mehr Phosphor enthielt, als ein aus drei Atomen

Wasserstoff und einem Atome Phosphor bestehenden Phosphorwasserstoffgas. Indessen geben die Versuche in dieser Tabelle keinen Beweis, daſs sich nicht auch Gas erzeugt hätten, die noch mehr Phosphor enthielten, denn eine beträchtliche Menge des Gases entwich immer unzersetzt, wenn schon eine Quantität von Kupferchlorid vollständig in Phosphorkupfer verwandelt worden war, weil bis zum gänzlichen Erkalten dieses fortwährend Gas darüber geleitet wurde.

Es ist übrigens klar, daſs, wenn sich aus der wasserhaltigen phosphorichten Säure durch Erhitzung ein an Phosphor reicheres Gas entwickelt, viel Wasser unzersetzt entweicht, und daſs das Gas um so ärmer an Phosphor seyn muſs, je gröſser während der Entbindung die Quantität des zersetzten Wassers ist. Je weniger Phosphorsäure sich also bildet, wenn man gleiche Quantitäten von derselben wasserhaltigen phosphorichten Säure genommen hat, um so bedeutender muſs die Gewichtsmenge und zugleich der Phosphorgehalt des entweichenden Gases seyn *). Es schien mir

*) Nehmen wir z. B., um dieſs anschaulicher zu machen, an, zwei Quantitäten von wasserhaltiger phosphorichter Säure beständen jede aus zehn Atomen phosphorichter Säure und zehn Atomen Wasser; bei der Zersetzung durch Erhitzung würden bei der einen Quantität alle zehn Atome Wasser zersetzt, bei der andern nur fünf Atome, und fünf Atome Wasser entwichen unzersetzt. Dann müſsten bei der ersten Quantität sich acht Atome Phosphorsäure bilden, und zwei Atome Phosphor würden mit zwanzig Atomen Wasserstoff als Gas entweichen; bei der zweiten Quantität der phosphorichten Säure würden sich bei der Zersetzung nur sieben Atome Phosphorsäure bilden, und

wahrscheinlich, dafs durch eine stärkere Hitze viel Waffer unzerfetzt entweiche, und fich daher ein phosphorreicheres Gas entwickele. Dafs dies wirklich Statt findet, ift durch Verfuche zu beweifen möglich, wenn man eine gewogene Menge von phosphorichter Säure, deren Gehalt an trockner phosphorichter Säure man kennt, in einer Retorte erhitzt und die Menge der erhaltenen Phosphorfäure, die zurückbleibt, fo wie die des nicht zerfetzten Waffers, und aus dem Verlufte die des entwichenen Gafes beftimmt.

Bei diefen Verfuchen war es indeffen zuerft nothwendig, zu wiffen, ob geglühte Phosphorfäure ein Hydrat fey, oder ob fie kein Waffer enthalte. Die neueften Verfuche darüber find von Dulong *), der die Menge des Waffers in der geglühten Phosphorfäure zu 17,08 Procent beftimmt hat. Er fand dies auf die Weife, dafs er eine gewogene Quantität geglühter Phosphorfäure in Waffer auflöfte, die Auflöfung mit Ammoniak neutralifirte, und mit falpeterfaurer Baryterde niederfchlug, worauf die erhaltene phosphorfaure Baryterde neutralifirt wurde. Bei diefer Methode ift es indeffen leicht möglich, dafs man weniger phosphorfaure Baryterde erhält, als man eigentlich erhalten follte. Die phosphorfauren, wie die arfenikfauren Salze, die im Waffer unlöslich find, find es nicht ganz in den Auflöfungen anderer, vorzüglich ammoniakalifcher Salze, wenn fie vorher nicht geglüht worden find. Befonders ift die phosphorfaure Baryt-

es würde fich ein Gas entwickeln, das aus drei Atomen Phosphor und zehn Atomen Wafferftoff befteht.

*) Mémoires de la société d'Arcueil. Tom. III. pag. 445.

erde in diesen so auflöslich, dafs eine bedeutende Menge derselben ungefällt bleibt, wenn die Auflösung eine beträchtliche Menge von Salmiak enthält.

Wenn man sich von der Gegenwart des Wassers in der geglühten Phosphorsäure überzeugen will, so giebt der Versuch, das Wasser durch trocknes Bleioyxd auszutreiben, kein sicheres Resultat. Er kann nur in gläsernen Gefäsen Statt finden, und durch diese wird die Phosphorsäure in der Hitze sehr verunreinigt. Nimmt man einen kleinen Kolben dazu mit etwas weitem Halse, um zu der geschmolzenen Säure Bleioxyd zu werfen, so hat die atmosphärische Luft zu vielen Zutritt zur Phosphorsäure, und wenn diefs der Fall ist, verflüchtigt sich die Säure zum Theil und giebt, so lange sie stark erhitzt wird, ein saures Destillat im Halse des Kolbens; man kann sich indessen durch oft wiederholte Versuche davon überzeugen, dafs unmittelbar nach dem Eintragen des Bleioxyds die Erzeugung eines wäßrigen Destillats am bedeutendsten ist.

Die Versuche, um den Wassergehalt der reinen Phosphorsäure zu finden, haben mir, obgleich ich alle mögliche Sorgfalt anwandte, nicht hinreichend genaue Resultate gegeben. Die Ursache davon schreibe ich dem Umstande zu, dafs es beinahe unmöglich ist, die Phosphorsäure genau abzuwägen, weil sie zu leicht Feuchtigkeit anzieht. Die Säure, die in Platingefäfsen durch Oxydation des Phosphors mit Salpetersäure bereitet worden war, wurde im Platintiegel erst lange gelinde erhitzt, und dann bei aufgelegtem Deckel sehr lange geglüht. Während des Glühens hört die Säure nicht auf zu kochen, und sich als ein dicker Rauch zu ver-

flüchtigen, wenn auch die Fugen des Tiegels ziemlich gut schliessen. Schmilzt man Phosphorsäure in einem offenen Platintiegel, so kann man bedeutende Quantitäten von vielen Grammen in kurzer Zeit gänzlich ohne Rückstand verflüchtigen; das ganze Zimmer erfüllt sich dann mit einem sauren Dampfe, als wenn man Schwefelsäure verdampft hat. Diese grosse Flüchtigkeit besitzt aber nur die reine Phosphorsäure; je unreiner sie ist, desto weniger ist sie flüchtig und an der Luft zerfliessbar, und eine Säure, die so unrein ist, dass sie an der Luft nicht zerfliesst, ist gar nicht flüchtig. Hat man eine reine Säure auch nur ganz kurze Zeit in einem gläsernen Gefässe geschmolzen, so wird sie emailweiss, zerfliesst zwar noch an der Luft, aber bei weitem langsamer, als eine im Platintiegel geschmolzene Säure, löst sich nicht vollständig im Wasser auf, und ist selbst im offnen Platintiegel nur unbedeutend flüchtig.

Die im Platintiegel geglühte Säure wurde, als sie noch nicht völlig erkaltet war, so genau gewogen, als es geschehen konnte. Ich liess sie darauf zerfliessen, löste sie dann in mehr Wasser auf, und goss nach und nach die Auflösung zu einer in einem Platintiegel abgewogenen Menge von Bleioxyd, das kurz vor dem Versuche aus salpetersaurem Bleioxyde bereitet worden war. Das Ganze wurde sehr vorsichtig zur Trockniss abgedampft, geglüht und gewogen.

Die Resultate von vier Versuchen waren folgende:

| | Quantität der angewandten Phosphorsäure | Quantität des Bleioxyds | Gewicht der geglühten Masse | Menge des Wassers in der angewandten Phosphorsäure | Menge des Wassers in 100 Thlen der geglühten Phosphorsäure |
|---|---|---|---|---|---|
| Versuch | Grm. | Grm. | Grm. | Grm. | Procent |
| Ister | 2,535 | 19,089 | 21,439 | 0,185 | 7,30 |
| IIter | 1,997 | 14,932 | 16,741 | 0,188 | 9,41 |
| IIIter | 2,004 | 15,878 | 17,692 | 0,190 | 9,48 |
| IVter | 3,2295 | 7,1765 | 10,1015 | 0,3045 | 9,43 |

Die drei letzten von diesen Versuchen stimmen zwar sehr gut mit einander überein; aber dennoch ist das Resultat, das sie geben, nicht sehr wahrscheinlich. Nach ihnen würde in der geglühten Phosphorsäure 90,56 Thl. trockner Säure mit 9,44 Thl. Wasser verbunden seyn. Erstere enthält 50,74 Thl. Sauerstoff, das Wasser 8,4 Thl.; die Sauerstoffmengen verhalten sich also wie 6 : 1. Bei dem ersten Versuche, von dem ich übrigens glaube, dass er mit derselben Genauigkeit angestellt ist, wie die andern, verhalten sich die Sauerstoffmengen in der Säure und im Wasser wie 51,94 : 6,5, oder beinahe wie 8 : 1. Am wahrscheinlichsten wäre es, wenn der Sauerstoff des Wassers ein Fünftel von dem der Säure wäre; dann würde ein Atom Säure mit einem Atom Wasser verbunden seyn, aber der Wassergehalt würde dann 11,19 Procent betragen, was zu sehr von den Zahlen abweicht, die ich gefunden habe, weshalb ich diess nur als blosse Vermuthung aufstelle.

Indessen, für die anzuführenden Versuche war es nothwendig, zu wissen, ob Phosphorsäure, die in einer gläsernen Retorte geschmolzen worden, denselben Wassergehalt wie die reine Säure hätte. Ich behan-

delte daher Phosphorsäure, die durch Erhitzung der phosphorichten Säure in einer gläsernen Retorte erhalten worden war, auf die angeführte Art mit Bleioxyd. Vor dem Wiegen war sie erst stark im Platintiegel geglüht worden. 0,457 Grm. davon mit 3,273 Grm. Bleioxyd behandelt, wogen nach dem Glühen 3,708 Grm.; woraus man sieht, dafs man eine solche unreine Säure für wasserfrei annehmen darf. Sie sah emailweiſs aus, zerfloſs zwar an der Luft, aber weit langsamer, als die reine Säure, und löste sich nicht ganz vollständig in Wasser auf.

Wenn man indessen wasserhaltige phosphorichte Säure durch Erhitzung in einer gläsernen Retorte in Phosphorsäure verwandelt, so ist es schwer, die ganze Menge von letzterer zu erhalten, da sie flüchtig ist. Sie ist indessen lange nicht so flüchtig, wie die reine Säure, und in einer kleinen gläsernen Retorte mit engem Halse ist die Flüchtigkeit der Säure nur unbedeutend. Ich habe daher auf die geringe Flüchtigkeit der Säure bei den anzuführenden Versuchen nicht Rücksicht genommen. Sie können zwar daher nicht Anspruch auf die gröſste Genauigkeit machen, sie sollen indessen auch nur dazu dienen, um auf einem andern Wege zu zeigen, daſs der Phosphorgehalt des Gases, das durch Erhitzung der wasserhaltigen phosphorichten Säure erhalten wird, gröſser ist, als der Phosphorgehalt in dem Phosphorwasserstoffgase, das sich bei Berührung der Luft von selbst entzündet; und daſs der Gehalt an Phosphor im ersteren Gase sehr verschieden ist, je nachdem bei seiner Bereitung die wasserhaltige phosphorichte Säure langsamer oder schneller erhitzt worden ist.

Zu folgenden zwei Versuchen diente eine phosphorichte Säure von derselben Beschaffenheit.

I. 3,625 Grm. wasserhaltiger phosphorichter Säure wurden in einer kleinen gewogenen gläsernen Retorte mit engem Halse langsam erhitzt. Der Hals stand mit einer gewogenen Röhre von Chlorcalcium in Verbindung, welche bestimmt war, das unzersetzte Wasser aufzunehmen. Nachdem sich kein Gas mehr erzeugte, wurde die Retorte bis zum Glühen erhitzt, der Hals während des Glühens zugeschmolzen, und darauf die Retorte gewogen. Ich erhielt 2,596 Grm. Phosphorsäure, und 0,706 Grm. unzersetztes Wasser. Die Menge des entwichenen Phosphorwasserstoffgases betrug daher 0,323 Grm. Diess giebt folgendes Verhältniss:

| | |
|---|---|
| 8,91 | entwichenes Gas |
| 19,47 | unzersetztes Wasser |
| 71,62 | Phosphorsäure |
| 100,00. | |

II. 1,802 Grm. von derselben wasserhaltigen phosphorichten Säure wurden auf dieselbe Weise behandelt, wie im vorigen Versuche, nur mit dem Unterschiede, dass ich sie schneller und stärker erhitzte. Ich erhielt 1,226 Grm. Phosphorsäure und 0,391 Grm. unzersetztes Wasser. Diess giebt für 100 Theile folgendes Verhältniss:

| | |
|---|---|
| 10,27 | entwichenes Gas |
| 21 69 | unzersetztes Wasser |
| 68,04 | Phosphorsäure |
| 100 00 | |

Man ersieht aus diesen beiden Versuchen, wie verschieden die Produkte der Zersetzung der wasser-

haltigen phosphorichten Säure seyn können, je nachdem sie durch stärkere oder schwächere Hitze hervorgebracht worden sind.

Die angewandte phosphorichte Säure enthielt nach einem Versuche, der indessen nach keiner guten Methode angestellt worden war *), 27,54 Procent Wasser. Wenn diese Angabe auch nicht vollkommen richtig ist, so kann sie auch nicht sehr von der Wahrheit entfernt seyn, wie sich sogleich ergeben wird. — 72,46 Theile trockner phosphorichter Säure, die in der angewandten wasserhaltigen Säure enthalten ist, wenn diese 27,54 Procent Wasser enthält, bestehen aus 41,06 Phosphor und 31,40 Sauerstoff. Beim ersten Versuche sind 8,07 Thl. Wasser zersetzt worden (27,54 — 19,47); diese enthalten 7,18 Thl. Sauerstoff und 0,89 Wasserstoff. Die Menge des Sauerstoffs in der beim ersten Versuche erhaltenen Phosphorsäure, von der ich annehme, daſs sie wasserfrei gewesen ist, muſste daher 38,58 Thl. betragen; beim Versuche erhielt ich indessen 71,62 Thl. Phosphorsäure, die 40,13 Sauerstoff enthalten, ein Beweis, daſs die Quantität des Wassers in der angewandten phosphorichten Säure sich nicht sehr von der entfernt, die ich durch den Versuch gefunden. Da 38,58 Th. Sauerstoff mit 30,28 Th. Phosphor Phosphorsäure bilden, so waren im entwichenen Phosphorwasserstoffgase 10,78 Theile Phosphor (41,06 — 30,28) mit 0,89 Thl. Wasserstoff verbunden, oder das Gas bestand im Hundert aus:

| | |
|---|---|
| 92,37 | Phosphor |
| 7,63 | Wasserstoff |
| 100,00 | |

*) Diese Versuche sind fast alle schon vor einigen Jahren angestellt worden.

Beim zweiten Versuche, bei welchem ich das Phosphorwasserstoffgas durch etwas stärkeres Erhitzen der wasserhaltigen phosphorichten Säure entwickelt hatte, und wobei von 100 Theilen angewandter Säure nur 5,85 Thl. Wasser zersetzt wurden, war das Gas weit reicher an Phosphor. 5,85 Thl. Wasser enthalten 5,20 Thl. Sauerstoff und 0,65 Thl. Wasserstoff. Da die phosphorichte Säure 31,40 Sauerstoff enthält, so muſste der Sauerstoff der erzeugten Phosphorsäure 36,60 Thl. betragen. Die beim Versuche erhaltenen 68,04 Thl. Phosphorsäure enthalten, wenn wir sie als eine nicht wasserhaltige betrachten, 38,12 Thl. Sauerstoff; ein Unterschied, der dem im ersten Versuche gleichkommt. Da 36,60 Th. Sauerstoff mit 28,72 Th. Phosphor Phosphorsäure bilden, so bestand das entwichene Phosphorwasserstoffgas aus 0,65 Thl. Wasserstoff und 12,34 Thl. Phosphor, oder im Hundert aus:

| | |
|---|---|
| 95,00 | Phosphor |
| 5,00 | Wasserstoff |
| 100,00. | |

Man sieht, daſs, obgleich die Resultate dieser Versuche nicht genau, und nur als sich der Wahrheit sehr entfernt annähernd betrachtet werden müssen, da der Wassergehalt der angewandten phosphorichten Säure nicht genau bestimmt ist, sie doch das beweisen, was durch sie bewiesen werden sollte *).

Bei diesen Versuchen war eine phosphorichte Säure angewandt worden, die so wenig Wasser ent-

*) Da gröſsere Quantitäten der phosphorichten Säure weit langsamer erhitzt werden können, als kleinere, so gaben fast alle pag. 199 angeführte Versuche ein phosphorarmes Gas.

hielt, dass sie nicht krystallisirte. Die phosphorichte Säure nämlich, die man durch Zersetzung des flüssigen Chlorphosphors mit Wasser erhält, krystallisirt nicht, sondern bildet nur einen dicken Syrup, wenn sie, durch Abdampfen sehr concentrirt, die geringste Menge Wasser enthält. Vermischt man diese mit etwas Wasser, oder hat man die Säure weniger stark abgedampft, so erhält man sie krystallisirt.

Ich habe noch andere Quantitäten wasserhaltiger phosphorichter Säure durch Erhitzung zersetzt, und die Produkte der Zersetzung quantitativ bestimmt, um durch das Verhältniss der Menge der entstandenen Phosphorsäure zur Menge des entwichenen Phosphorwasserstoffgases zu zeigen, wie verschieden die Quantitäten des zersetzten Wassers bei den verschiedenen Versuchen waren, und wie ungleich daher das entwichene Phosphorwasserstoffgas zusammengesetzt gewesen seyn muss. Die Resultate dieser Versuche sind folgende:

I. 16,855 Grm. krystallisirter phosphorichter Säure gaben 7,246 Grm. Phosphorsäure und 2,569 Grm. unzersetztes Wasser. Die Menge des entwichenen Gases war daher 1,040 Grm.

II. 4,217 Grm. zum Theil krystallisirter phosphorichter Säure gaben 2,742 Grm. Phosphorsäure und 1,147 Grm. Wasser. Die Menge des erzeugten Gases war daher 0,328 Grm.

III. 2,518 Grm. wasserhaltiger phosphorichter Säure gaben 1,634 Grm. Phosphorsäure und 0,693 Grm. Wasser. Die Menge des erzeugten Gases war daher 0,191 Grm.

IV. 2,518 Grm. von der Säure, die beim 3ten

Versuche angewandt worden, gaben 1,571 Grm. Phosphorsäure, 0,684 Grm. Wasser und daher 0,263 Grm. Gas.

V. 4,105 Grm. einer andern Quantität gaben 2,579 Grm. Phosphorsäure, 1,151 Grm. Wasser und daher 0,375 Grm. Gas.

Die Gewichtsmengen des Phosphorwasserstoffgases zu der der Phosphorsäure verhalten sich daher in diesen Versuchen folgendermaſsen:

| | | |
|---|---|---|
| im ersten Versuche wie | | 1 : 6,97 |
| im zweiten | - - | 1 : 8,36 |
| im dritten | - - | 1 : 8,55 |
| im vierten | - - | 1 : 5,97 |
| im fünften | - - | 1 : 6,88 |

Ich habe einige Versuche angestellt, um zu sehen, ob das selbstentzündliche Phosphorwasserstoffgas sich wohl durch Aufnahme von mehr Phosphor in ein nicht von selbst entzündliches Gas verwandele. Ich leitete Phosphorwasserstoffgas, aus Kalkhydrat und Phosphor bereitet, über Phosphor, der in Dampf verwandelt wurde, während das Gas darüber strich. Es entzündete sich indessen, als es unter Wasser geleitet wurde, eben so, als wenn es keine Phosphordämpfe enthielt. Ein gleich negatives Resultat erhielt ich, als ich in einer kleinen Retorte, deren Hals in eine lange feine Spitze ausgezogen war, unterphosphorichtsauren Kalk mit Phosphor zusammen erhitzte und glühte. Aus dem unterphosphorichtsauren Kalke, wenn er in einer kleinen Retorte allein geglüht wird, entwickelt sich selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas; dasselbe geschah auch, als ich das Salz zusammen mit Phosphor erhitzte.

Durch die in dieſer Abhandlung bis jetzt angeführten Verſuche wird, wie ich glaube, die Meinung hinlänglich widerlegt, daſs das Phosphorwaſſerſtoffgas, das durch Erhitzung der waſſerhaltigen phosphorichten Säure erhalten wird, weniger Phosphor enthalte, als das ſelbſtentzündliche Phosphorwaſſerſtoffgas; es darf daher nicht, wie es bisher geſchehen, mit dem Gaſe verwechſelt werden, das durch Zerſetzung des ſelbſtentzündlichen Gaſes entſteht, wenn dieſes Phosphor verliert. Es ergiebt ſich indeſſen auch aus dieſen Verſuchen, daſs das Gas aus der phosphorichten Säure ein Gas von keiner beſtimmten Zuſammenſetzung, ſondern nur ein Gemenge ſey. Ich werde nicht hier, ſondern erſt ſpäter zeigen, wie man ſich die Zuſammenſetzung dieſes Gaſes vorzuſtellen hat. Ich will daher erſt auch bei einer andern Gelegenheit die Verſuche anführen, die ich über die Dichtigkeit dieſes Gaſes, ſo wie auch über die des ſelbſtentzündlichen Gaſes angeſtellt habe. Sie haben mir Reſultate gegeben, die man nicht erwarten konnte.

*Anhang.* Ehe ich den Waſſergehalt der geglühten Phosphorſäure auf die Weiſe unterſucht hatte, wie ich es in dieſer Abhandlung angegeben habe, ſuchte ich denſelben auf eine andere weniger umſtändliche Weiſe zu beſtimmen. Nachdem die geglühte Phosphorſäure im Platintiegel abgewogen worden, und an der Luft zerfloſſen war, wurde die Auflöſung mit der Auflöſung einer gewogenen groſsen Quantität von Chlorbarium vermiſcht. Das Ganze wurde in einem Platingefäſse abgedampft, dann entweder ſo ſtark geglüht, daſs der Inhalt geſchmolzen war, oder in einem Platintiegel der ſtärkſten Hitze ausgeſetzt, die eine

Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge hervorbringen kann, während Stückchen von kohlenſaurem Ammoniak auf die glühende Maſſe geworfen wurden, um ſicher zu ſeyn, daſs die durch die Phosphorſäure ausgetriebene Chlorwaſſerſtoffſäure vollſtändig entwichen war. Die geglühte Maſſe wurde darauf mit Waſſer behandelt, und die Menge des unzerſetzten Chlorbariums durch Schwefelſäure oder durch ſalpeterſaures Silberoxyd beſtimmt. Dadurch war die Menge des Baryts im erhaltenen phosphorſauren Baryt, und ſomit auch die Menge der Phosphorſäure deſſelben beſtimmt.

Ich hielt im Anfange dieſe Methode für genauer, als die, die Menge des Waſſers in der Phosphorſäure durch eine gewogene Menge von Bleioxyd zu beſtimmen. Ich hatte mich ihrer auch ſchon bei mehreren Unterſuchungen bedient, als ich fand, daſs der auf dieſe Weiſe erhaltene phosphorſaure Baryt, wenn er ſo lange mit Waſſer ausgeſüſst worden war, daſs das Ausſüſsungswaſſer die ſalpeterſaure Silberoxydauflöſung nicht mehr trübte, immer noch eine nicht unbeträchtliche Menge von Chlorbarium enthielt, das ſich durch Waſſer nicht trennen lieſs. Es muſsten daher hierbei Verbindungen entſtanden ſeyn von ähnlicher Art, wie ſie Wöhler ſchon früher beſchrieben und noch neulich bei den phosphorſauren Bleierzen gefunden hat *), aus einem Sauerſtoffſalze und einem Haloidſalze beſtehend. Da mir das Daſeyn ſolcher Verbindungen intereſſant ſeyn muſste, ſo habe ich mehrere Verſuche darüber angeſtellt, habe indeſſen nachher gefunden, daſs ſich auf die beſchriebene Weiſe

*) Poggendorff's Annalen Bd. I. pag. 231 und Bd. IV. pag. 161.

keine Verbindungen nach bestimmten Verhältnissen erzeugen lassen, denn die Resultate der Analysen dieser phosphorsauren Verbindungen von verschiedenen Bereitungen waren sehr verschieden. Sie sind kürzlich folgende:

I. 2,580 Grm. der phosphorsauren Verbindung auf die Weise erhalten, dass das Chlorbarium mit der Phosphorsäure zuletzt in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammoniak geglüht wurde, gaben in Chlorwasserstoffsäure gelöst und die Auflösung mit Schwefelsäure zersetzt 2,408 Grm. schwefelsauren Baryt; 1,679 Grm. in Salpetersäure gelöst gaben mit salpetersaurer Silberoxydauflösung versetzt 0,209 Grm. Chlorsilber. Die Zusammensetzung der Verbindung im Hundert war also:

| | |
|---|---|
| 9,03 | Chlorbarium |
| 59,74 | Baryt |
| 31,23 | Phosphorsäure |
| 100,00. | |

II. 2,529 Grm. auf dieselbe Weise bereitet, gaben mit Schwefelsäure 2,533 Grm. schwefels. Baryt; 3,832 Grm. von derselben Menge gaben mit salpetersaurer Silberoxydauflösung 0,515 Grm. und 1,932 Grm. 0,261 Grm. Chlorsilber. Hiernach ist die Zusammensetzung im Hundert:

| | |
|---|---|
| 9,75 | Chlorbarium |
| 64,16 | Baryt |
| 26,09 | Phosphorsäure |
| 100,00. | |

III. 1,727 Grm. der phosphorsauren Verbindung auf die Weise bereitet, dass das Chlorbarium mit der Phosphorsäure ohne Zusatz von kohlensaurem Ammoniak so stark geglüht wurde, dass das Ganze zusammenschmolz, gaben mit Schwefelsäure 1,770 Grm. schwefelsauren Baryt; 4,311 Grm. von derselben Menge gaben mit salpetersaurer Silberoxydauflösung 0,824 Grm. Chlorsilber. Die Zusammensetzung war also:

| | |
|---|---|
| 13,84 | Chlorbarium |
| 57,07 | Baryt |
| 29,09 | Phosphorsäure |
| 100,00. | |

IV. 1,445 Grm. der Verbindung auf die Weise, wie die im dritten Versuche angewandte Menge berei-

tet, gaben 1,631 Grm. schwefelsauren Baryt; 1,937 Grm. von derselben Menge gaben 0,281 Grm. Chlorsilber. Nach diesen Bestimmungen war die Zusammensetzung im Hundert:

| | |
|---|---|
| 10,51 | Chlorbarium |
| 66,40 | Baryt |
| 23,09 | Phosphorsäure |
| 100,00. | |

V. 2,211 Grm. geglühte reine Phosphorsäure mit 10,478 Grm. geglühtem Chlorbarium auf die Weise behandelt, wie es in dem 1sten und 2ten Versuche geschehen war, gaben 5,882 Grm. der phosphorsauren Verbindung; die davon abfiltrirte Flüssigkeit mit Schwefelsäure versetzt, gab 5,941 Grm. schwefelsauren Baryt. Nehmen wir nun in der geglühten Phosphorsäure nach den oben beschriebenen Versuchen einen Wassergehalt von 9,44 Procent an, so bestand die phosphorsaure Verbindung aus:

| | |
|---|---|
| 4,10 | Chlorbarium |
| 61,86 | Baryt |
| 34,04 | Phosphorsäure |
| 100,00. | |

VI. 1,925 Grm. geglühte Phosphorsäure auf dieselbe Weise mit 6,550 Grm. geglühtem Chlorbarium behandelt, gaben 4,818 der phosphorsauren Verbindung; die abfiltrirte Flüssigkeit gab 2,736 Grm. schwefelsauren Baryt mit Schwefelsäure versetzt. Erstere bestand daher aus:

| | |
|---|---|
| 3,68 | Chlorbarium |
| 60,14 | Baryt |
| 36,18 | Phosphorsäure |
| 100,00. | |

Man sieht aus diesen Versuchen, dafs diese Verbindung aus Chlorbarium und phosphorsaurem Baryt nach sehr verschiedenen Verhältnissen zusammengesetzt seyn kann, je nachdem vielleicht die Erhitzung längere oder kürzere Zeit gedauert hat. Das Chlorbarium ist in derselben mit Gemengen von theils neutralem, theils basischem u. saurem phosphorsauren Baryt verbunden *).

(Fortsetzung folgt.)

*) Ich habe die Resultate dieser Untersuchungen deshalb so ausführlich angeführt, weil ich in der Folge bei einer andern Gelegenheit mich auf dieselben wieder berufen muss.

## VII.

### Ueber die Krystallisation des Kupfervitriols, nebst allgemeinen Betrachtungen über das ein- und eingliedrige oder tetartoprismatische System;

von

A. F. Kupffer, Professor zu Kasan.

(Beschlufs.)

Die Rechtwinkligkeit der Axen, wenn sie wirklich in der Natur überall Statt findet, wäre nicht nur ein sehr merkwürdiger Umstand, der die Aufmerksamkeit der Mineralogen in hohem Grade verdiente; sondern sie machte auch die Rechnung ungleich einfacher, die im Gegentheil ziemlich verwickelt wird. Bei Rechtwinkligkeit der Axen nämlich stehen die Tangenten der Neigungswinkel aller Flächen, die in derselben Zone liegen (d. h. deren Durchschnittlinien einander parallel sind), gegen eine Ebene, die man sich durch zwei Axen gelegt denken kann, in rationalen und einfachen Verhältnissen zu einander. Wir wollen diese Eigenschaft *Tautometrie* nennen, und ohne uns in eine weitläufige Analyse einzulassen, nur im Allgemeinen zeigen, in wiefern Tautometrie auch Rechtwinklichkeit der Axen voraussetzt.

Es seyen *DC*, *AC* Fig. 6. Taf. I *) zwei Axen eines Krystalles, die sich unter einem beliebigen Winkel $\lambda$ schneiden; *DB*, *AD* seyen zwei Endkanten, so

*) Im vorigen Hefte befindlich.

dass also, dem Gesetze aller Krystallbildung zufolge, $AB$, $AC$ in einem einfachen rationalen Verhältnisse stehen. Wir wollen dieses Verhältniss mit $n$ bezeichnen, so dass $n \cdot BC = AC$. Es seyen ferner $ADC = \gamma$, $BDC = \beta$, $BC = b$, $AC = c$, $DC = a$.

Nach einer der drei Grundformeln der ebenen Trigonometrie ist:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{b \sin \lambda}{a - b \cos \lambda}$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{c \sin \lambda}{a - c \cos \lambda}$$

Bestimmt man $a$ aus der zweiten Gleichung, setzt seinen Werth in die erste Gleichung, und substituirt zugleich $nb$ für $c$, so hat man:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{n + (n-1) \cot \lambda \operatorname{tg} \gamma}$$

oder

$$\frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \beta} = n + (n-1) \cot \lambda \operatorname{tg} \gamma \quad . \quad . \quad (I)$$

Man sieht aus dieser Gleichung, dass das Verhältniss $\frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \beta}$ einfach wird (oder dass die Neigungen der Endkanten gegen die Axe tautometrisch werden) wenn $\cot \lambda = 0$, oder $\lambda = 90°$, oder wenn auch nur $\cot \lambda$, $\operatorname{tg} \gamma$ oder $\frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \lambda}$ eine einfache Gröfse ist *). Und hieraus folgt wieder, dass es nicht gerade nothwendig ist,

*) Hierin liegt auch der Beweis des oben angeführten Kennzeichens der tautometrischen Bildungen im zwei- und ein-gliedrigen Systeme; denn $\lambda$ ist das Complement von $\alpha$ (Abweichung) z 90°; die Producte der Tangenten oder Cotangenten der N gung der Endkante gegen die Axe und der Abweichung müss also einfache Gröfsen seyn.

die Axen rechtwinklig anzunehmen, um Tautometrie in den Neigungen der Endkanten zu haben; daſs im Gegentheil ſchiefe Axen zuweilen einfachere Verhältniſſe hervorbringen können, als rechtwinklige — obgleich es gewiſs iſt, daſs wo Tautometrie iſt, auch rechtwinklige Axen möglich ſind: denn wenn die Tangenten der Neigungen der Endkanten gegen die Axe in einem einfachen Verhältniſſe ſtehen, ſo wird eine Linie, die rechtwinklig mit der Axe iſt, und die von den Endkanten geſchnitten wird, in einfachen Verhältniſſen von denſelben geſchnitten; dieſe Linie kann alſo als Axe dienen.

Bis jetzt iſt nur vom zwei- und ein-gliedrigen Syſteme die Rede geweſen, bei welchem immer zwei Axen einen rechten Winkel mit einander machen, nämlich die horizontalen Axen, oder die Diagonalen der Baſis der ſchiefen Octaëder. Beim ein- und eingliedrigen Syſteme iſt auch die Baſis der Säule ſchief, oder rhomboïdiſch, und die Bildungen verlieren alle Symmetrie. Hier iſt es alſo noch ſchwerer, rechtwinklige Axen aufzufinden, und es iſt doppelte Vorſicht nöthig, wenn man entſcheiden will, ob ſolche möglich ſind.

Um einen Beitrag zu einer künftigen tieferen Bearbeitung dieſes Gegenſtandes zu liefern, habe ich die Winkel des Kupfervitriols gemeſſen. Die ſchönen Kryſtalle, die dieſes Salz giebt, ſpiegeln auf ihren Flächen Gegenſtände, die nicht gar zu weit entfernt ſind, ziemlich deutlich ab, und ſind deshalb zu Meſſungen mit dem Reflexionsgoniometer ziemlich geeignet. Meine Gegenſtände waren zwei kleine ſchwarze Scheiben von Pappe, deren eine ich auf die Glas-

ſcheibe eines Fenſters, die andere ſenkrecht darunter auf die Wand geklebt hatte; das Inſtrument ſtand an der dem Fenſter gegenüberliegenden Wand meines Zimmers, in einer Entfernung von etwa 10 Schritten von den Gegenſtänden; in gröſserer Entfernung war die Coïncidenz der beiden Bilder nicht gut zu beobachten. Ich maſs ohne Fernrohr, nach der einfachen Methode der Coïncidenz des von der Fläche abgeſpiegelten erſten und des direct geſehenen zweiten Gegenſtandes. Ich ſtellte das Inſtrument, vermöge der drei Schrauben, die an ſeinem Fuſs angebracht ſind, ſo lange, bis ein kleines ſchwarzes Glas mit parallelen Oberflächen, das ich auf das Geſtelle des Goniometers, an die Stelle des Kryſtalls, geklebt hatte, die Bilder der beiden Gegenſtände auf beiden Oberflächen nacheinander zur Coïncidenz brachte.

So fand ich folgende Winkel (ſiehe Fig. 7. Taf. I):

1) Neigung von *M* zu *T* = 123° 10′
2) Neigung von *r* zu *M* = 126 40
3) Neigung von *r* zu *T* = 110 10
4) Neigung von *r* zu *n* = 100 41
5) Neigung von *r* zu *P* = 103 27
6) Neigung von *n* zu *P* = 120 50½ (berechnet)
7) Neigung von *P* zu *T* = 127 40
8) Neigung von *i* zu *r* = 139 13
9) Neigung von *k* zu *n* = 109 38
10) Neigung von *k* zu *r* = 114 57
11) Neigung von *s* zu *n* = 92 26
12) Neigung von *s* zu *r* = 139 43

Von dieſen Flächen liegen

*r*, *M*, *n*, *T*
*r*, *i*, *P*
*r*, *n*, *k*, *s*

in derſelben Zone.

Die meisten dieser Winkel sind an mehreren Krystallen gemessen worden, und es wurden unter mehreren diejenigen Resultate gewählt, die am besten untereinander übereinstimmten, besonders wenn sie sehr (um mehr als 5 bis 6′) von einander abwichen, so dass nicht zu erwarten war, dass ihr Mittel der Wahrheit sehr nahe kommen würde.

Um nun den Gang, den die Rechnung nehmen muss, zu bezeichnen, denke man sich erst eine horizontale Ebene durch die Säule gelegt, die die Flächen $M$, $n$, $T$ rechtwinklig schneidet. Die Flächen $M$, $T$ werden auf dieser Ebene ein Rhomboïd abschneiden, welches Fig. 8 Taf. I. besonders abgebildet ist, und in welchem $\beta$ dem Complement der Neigung von $T$ zu $r$, $\gamma$ dem Complement der Neigung von $M$ zu $r$, und $\lambda$ dem Complement der Neigung von $r$ zu $n$ zu 180° gleich ist. Nennt man nun die grössere Diagonale des Rhomboïds $b$, und die kleinere $a$, so ist offenbar:

$$b = \frac{a \sin \beta}{\sin (\lambda + \beta)}$$

$$b = \frac{a \sin \gamma}{\sin (\lambda - \gamma)}$$

oder

$$\frac{\sin \beta}{\sin (\lambda + \beta)} = \frac{\sin \gamma}{\sin (\lambda - \gamma)}$$

woraus man leicht folgende Formel findet:

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{2 \sin \beta \sin \gamma}{\sin (\beta - \gamma)} \quad \text{(II)}$$

welche dazu dient, $\lambda$ aus $\beta$ und $\gamma$ zu finden.

Jetzt wollen wir uns vorstellen, $P$ sey die Fläche eines schiefen Octaëders mit rhomboïdischer Basis (so kann man das ganz unregelmäsige Octaëder nennen,

welches dem ein- und eingliedrigen Systeme als allgemeine Grundform dienen kann; alsdann sind n und r offenbar Flächen, die die Ecken an der Basis des Octaëders so abstumpfen, dass sie zugleich mit den Diagonalen der Basis und mit der Axe parallel sind. Man denke sich nun diese Flächen $T$, $n$, $r$ (dasjenige $r$, welches bei $T$ liegt, und dem auf der Figur bezeichneten $r$ parallel geht) hinlänglich verlängert, bis sie sich in einem Punkte schneiden; die Ecke, die dadurch gebildet wird, enthält alsdann die Winkel, die uns am meisten zu wissen nöthig sind. Es sey nämlich Fig. 9 Taf. I. das sphärische Dreieck, welches diese Ecke vorstellt *), so sind seine drei Winkel $A$, $B$, $C$ die respectiven Neigungen der Flächen $T$, $r$, $n$; nämlich $A$ die Neigung von $P$ zu $n$, $B$ die Neigung von $P$ zu $r$, und $C$ die Neigung von $r$ zu $n$; und seine drei Seiten $a$, $b$, $c$ sind die ebenen Winkel, die zwischen den Durchschnittslinien der Flächen $P$, $r$, $n$ enthalten sind; $a$ ist nämlich der ebene Winkel zwischen den Kanten $\frac{P}{r}$ und $\frac{r}{n}$; $b$ der Winkel zwischen den Kanten $\frac{r}{n}$ und $\frac{T}{n}$; und $c$ der Winkel zwischen den Kanten $\frac{P}{n}$ und $\frac{P}{r}$. Nun ist aber, wenn man die Neigung der

*) Wenn man den Durchschnittspunkt mehrerer Ebenen in den Mittelpunkt einer Kugel legt, so wird von diesen Ebenen auf der Oberfläche der Kugel ein sphärisches Vieleck abgeschnitten, dessen Winkel den Neigungswinkeln der Ebenen, dessen Seiten den ebenen Winkeln zwischen ihren Durchschnittslinien gleich sind; so dass also zwischen den Winkeln und Seiten eines sphärischen Vielecks derselbe Zusammenhang Statt findet, als zwischen den Neigungs- und ebenen Winkeln, die in einer Ecke zusammenkommen.

vordern Endkante des Octaëders gegen die Axe mit $r$, und die Neigung der benachbarten Endkante rechts zur Seite (welche aus dem Durchſchnitt zweier Octaëder-Flächen $P, P$, einer vordern und einer benachbarten hintern entſteht) gegen die Axe mit $r'$ bezeichnet, offenbar $r = 180° - a$ und $r' = 180° - b$. Es gilt alſo nur, aus $A, B, C$, die uns durch Meſſung bekannt ſind, $a$ und $b$ zu finden, um $r$ und $r'$ zu wiſſen. Nach einer bekannten Formel aus der ſphäriſchen Trigonometrie hängen aber dieſe Gröſsen ſo zuſammen;

$$\cos \tfrac{1}{2} a = \sqrt{\frac{\cos \frac{1}{2}(A+B-C) \cos \frac{1}{2}(A-B+C)}{\sin B \,.\, \sin C}} = \sin \tfrac{1}{2} r$$

und eben ſo

$$\cos \tfrac{1}{2} b = \sqrt{\frac{\cos \frac{1}{2}(B+A-C) \cos \frac{1}{2}(B+C-A)}{\sin A \sin C}} = \sin \tfrac{1}{2} r'$$

Setzt man in dieſe Formeln, nach den obigen Meſſungen, $A = 120° \, 50'\tfrac{1}{2}$, $B = 103° \, 27'$ und $C = 79° \, 19'$, ſo findet man;

$$r = 54° \, 26'\tfrac{2}{3}$$
$$r' = 67° \; 8'\tfrac{1}{2}$$

Eben ſo kann man mit den Flächen $k, r, n$ verfahren; man kann ſich die Fläche $k$ auch als die Fläche eines neuen ſchiefen Octaëders mit rhomboïdiſcher Baſis denken, und, wie oben, die Neigungen der Endkanten dieſes Octaëders gegen die Axe berechnen. Die Flächen $k, n, r$ (dasjenige $r$, welches dem auf der Figur ſo bezeichneten parallel geht) bilden wieder eine Ecke, oder ein ſphäriſches Dreieck, deſſen Winkel $A, B, C$ die Neigungen von $k$ zu $n$, von $k$ zu $r$ und von $n$ zu $r$, und deſſen Seiten $a, b$ die Complemente der Neigungswinkel der Endkanten des Octaëders gegen die Axe zu 180° ſind, und welches vermöge der

obigen Formeln ebenfalls aufgelöst werden kann. Wir haben hier nämlich $A = 109° 38'$, $B = 114° 57'$, $C = 100° 41'$, und finden

$$\rho = 73° 11'$$
$$\rho' = 67° 8'$$

indem wir mit $\rho$ die Neigung der hintern Endkante gegen die Axe bezeichnen.

Verfährt man eben so mit den Flächen $s$, $r$, $n$, das heisst, setzt man in die obigen Formeln $A = 92° 26'$, $B = 139° 43'$, $C = 79° 19'$, so findet man

$$\rho = 73° 10'\tfrac{1}{2}$$
$$\rho' = 38° 16'\tfrac{1}{2}$$

indem man mit $\rho'$ die Neigung derjenigen Endkante, die aus dem Durchschnitt der Flächen $i$ und $s$ (dasjenige $s$, welches dem auf der Figur bezeichneten parallel geht) entsteht, bezeichnet.

Endlich kann man noch $\rho'$ aus den Neigungen der Flächen $r$, $i$, $n$ berechnen. In dem sphärischem Dreiecke nämlich, welches die Flächen $r$, $i$, $n$ bilden, sind uns die Neigungen von $r$ zu $i$, von $r$ zu $n$ aus den Messungen, der ebene Winkel aber, der zwischen den Kanten $\frac{r}{i}$, $\frac{r}{n}$ liegt, aus der Rechnung bekannt: dieser letztere ist nämlich das Complement der Neigung $r$ der vordern Endkante gegen die Axe zu 180°. Wir haben also zwei Winkel und die eingeschlossene Seite, $B = 139° 13'$, $C = 100° 41'$, und $a = 125° 33'\tfrac{1}{4}$; woraus es leicht ist, die dem Winkel $B$ gegenüberliegende Seite $b$ zu berechnen, nach der Formel:

$$\cot b = \frac{\cot a \,.\, \sin(\varphi + C)}{\sin \varphi}$$

worin $\operatorname{tg} \varphi = \cos a \operatorname{tg} B$.

$b$ iſt aber offenbar das Complement der Neigung der zwiſchen $e$ und $i$ liegenden Endkante gegen die Axe zu 180°, oder 180° − $\varphi'$. Man findet

$$\varphi' = 58° \, 16'.$$

Dieſe Reſultate ſtimmen ſo gut mit einander überein, daſs ich weit entfernt bin, dieſe Uebereinſtimmung bloſs der Genauigkeit meiner Meſſungen zuzuſchreiben, die in dieſem Falle wirklich nicht ſehr genau ausfallen konnten, wegen der Undeutlichkeit der Bilder, welche die Kryſtallflächen reflectirten. Die Meſſungen wichen, bei demſelben Winkel, an verſchiedenen Kryſtallen, zuweilen um 10′ und mehr von einander ab, ſo daſs ich wohl einſah, daſs ſelbſt das Mittel aus vielen Beobachtungen kein ſehr genaues Reſultat geben konnte; ich ſchlug deshalb einen andern Weg ein, um genaue Reſultate aus meinen Beobachtungen ziehen zu können; ich wählte unter vielen Beobachtungen diejenigen aus, die, bei einer vorläufigen Rechnung, am beſten untereinander ſtimmten, und verwarf die übrigen ganz. Da ich aber bei denjenigen Beobachtungen ſtehen blieb, die mir zuerſt dieſe Uebereinſtimmung zeigten, ſo iſt es wohl möglich, daſs noch andere von den obigen etwas abweichende Beobachtungen eben ſo gut mit einander übereinſtimmen, und daſs ein künftiger Beobachter einige von den obigen Winkeln um 10′ oder 15′ gröſser oder kleiner findet, ohne einen Fehler begangen zu haben. Beſonders bin ich mit den Meſſungen der Winkel No. 10 und No. 11 nicht zufrieden; ich habe die Flächen $s$ und $k$ nur an einem Kryſtalle ſpiegelnd genug gefunden, um ihre Neigungen zu meſſen.

Die obigen Rechnungen geben uns alle Elemente, die uns zu wissen nöthig sind, um alle Stücke des schiefen Octaëders mit rhomboïdischer Basis, das dem Kupfervitriol als Grundform dienen kann, zu berechnen. Dieses Octaëder nämlich wird von der Fläche $P$, $l$, $k$, $s$ gebildet; von den Axen dieses Octaëders geht eine vertical, die andere von $r$ zu $r$, die dritte von $n$ zu $n$; wir wollen die obere Hälfte der verticalen Axe mit $c$ bezeichnen, die vordere Hälfte der Axe, die von $n$ zu $n$ geht, mit $a$, die hintere Hälfte mit $a_{\prime}$; von der Axe, die von $r$ zu $r$ geht, wollen wir die Hälfte, die unter $P$ liegt, mit $b$, die andere Hälfte, die unter $l$ liegt, mit $b_{\prime}$ bezeichnen. Wenn es nun erlaubt ist, die Weissischen Zeichen auch auf schiefwinklige Axen zu beziehen, so bekommen die in der Figur aufgestellten Flächen folgende Zeichen:

| | |
|---|---|
| $P = [a : b : c]$ | $n = [a : \infty b : \infty c]$ |
| $l = [a : b_{\prime} : c]$ | $u = [a_{\prime} : \frac{3}{8} b : c]$ |
| $k = [a_{\prime} : b : c]$ | $M = [a : 3b_{\prime} : \infty c]$ |
| $s = [a_{\prime} : b_{\prime} : c]$ | $T = [a : 3b : \infty c]$ |
| $r = [b : \infty a : \infty c]$ | |

Die Haüy'schen Zeichen sind aus seinem eignen Werke zur Genüge bekannt.

Was die Winkel betrifft, die die Axen untereinander machen, so sind diese leicht aus den Neigungen der Endkanten gegen die verticale Axe zu finden, nach der Formel (II). Man findet so aus $r = 54° 26'\frac{3}{4}$ und $\rho = 73° 11'$, dass die Neigung von $a$ zu $c$ $101° 39'\frac{1}{4}$ beträgt. Man findet eben so aus $r' = 67° 8'$ und $\rho' = 88° 16'$, die Neigung von $b$ zu $c$ gleich $67° 4'\frac{1}{2}$. Legt

man nun noch Ebenen durch $a, c$, durch $b, c$ und durch $a, b$, so entsteht am Mittelpunkte des Krystalls eine Ecke, vom Durchschnitt dieser Ebenen gebildet, oder ein sphärisches Dreieck, in welchem zwei Seiten den eben gefundenen Winkeln, der von diesen Seiten eingeschlossene Winkel aber dem Complement der Neigung von $r$ und $h$ zu 180° gleich sind. Die diesem Winkel gegenüberliegende Seite ist dann die Neigung von $b$ zu $a$, die wir noch zu suchen haben. Die hier anwendbare Formel aus der sphärischen Trigonometrie ist:

$$\cos a = \frac{\cos b \,.\, \sin (\varphi + c)}{\sin \varphi}$$

$$\text{worin} \quad \cot \varphi = \text{tg}\, b \,.\, \cos A.$$

Hier ist $A = 79^\circ\, 19'$, $b = 67^\circ\, 4'\tfrac{1}{3}$, $c = 101^\circ\, 39'\tfrac{1}{4}$ zu setzen. Man findet so $a$ oder die Neigung von $a$ zu $b$ gleich $84^\circ\, 55'\tfrac{1}{4}$.

Jetzt wollen wir noch die Neigungen der Octaëderflächen gegen die Ebenen, welche man sich durch die Axen gelegt denken kann, berechnen. Die Spitze der Octaëder wird durch zwei Ebenen, die man sich durch die Axen $a, c$ und $b, c$ gelegt denkt, in vier Ecken oder sphärische Dreiecke getheilt, in welchen uns folgende Stücke bekannt sind:

im ersten, als Seiten des sphärischen Dreiecks, $r$ und $r'$, und der zwischen ihnen eingeschlossene Winkel 79° 19';

im zweiten, die Seiten $r'$ und $\varrho$ und der eingeschlossene Winkel 100° 41';

im dritten, die Seiten $\varrho$ und $\varrho'$ und der eingeschlossene Winkel 79° 19';

im vierten, die Seiten $\rho'$ und $r$ und der eingeschlossene Winkel 100° 41'.

Es gilt also, aus zwei Seiten und dem eingeschlossenen Winkel jedes Dreiecks die beiden andern Winkel zu finden. Dazu kann uns die Formel:

$$\cot B = -\frac{\cot A \cos(\varphi + c)}{\cos \varphi}$$

$$\text{worin } \cot \varphi = \text{tg } b . \cos A$$

dienen, indem wir unter $b$ und $c$ die Seiten des Dreiecks, und unter $A$ den eingeschlossenen Winkel verstehen; unter $B$ aber den Winkel, der der Seite $b$ gegenüber liegt — so wie sich überhaupt alle die bisher angegebenen Formeln aus der sphärischen Trigonometrie auf die Fig. 9. Taf. I. beziehen.

Man findet auf diese Weise

Neigung von $P$ gegen eine Ebene, die durch $a, c$ geht: 76° 33'
Neigung von $P$ gegen eine Ebene, die durch $b, c$ geht: 59° 9'½
Neigung von $k$ gegen eine Ebene, die durch $a,, c$ geht: 65° 3'
Neigung von $k$ gegen eine Ebene, die durch $b,, c$ geht: 70° 22'
Neigung von $s$ gegen eine Ebene, die durch $a,, c$ geht: 40° 17'
Neigung von $s$ gegen eine Ebene, die durch $b,, c$ geht: 87° 34'
Neigung von $i$ gegen eine Ebene, die durch $a, c$ geht: 40° 47'
Neigung von $i$ gegen eine Ebene, die durch $b,, c$ geht: 59° 5'½

Von diesen Winkeln kennen wir die sieben ersten schon aus der Beobachtung: es sind nämlich die Complemente der Neigungen der Flächen $P$, $k$, $s$, $i$ gegen $r$ und $n$ zu 180°.

Eben so kann man die Neigungen der Flächen $P$, $k$, $s$, $i$ gegen eine Ebene, die man durch die Axen $a, b$ legt, finden. Man berechnet erst die Neigung der Ebene, die man sich durch $a, b$ gelegt denkt, mit einer *Ebene, die durch* $a, c$ geht (aus den drei Winkeln,

die die Axen untereinander machen); man findet sie gleich 65° 19′; dann berechnet man die Winkel, die die Kanten an der Basis des schiefen Octaëders mit den horizontalen Axen machen, aus den Längen dieser Axen, und ihrem Winkel, welches eine Aufgabe aus der ebenen Trigonometrie ist: man findet so

| | | |
|---|---|---|
| Die Länge der Axe *a*, die der Axe *c* = 1 gesetzt | | 2,008 (2) |
| Die Länge der Axe *b*, die der Axe *c* = 1 gesetzt | | 1,2854 (?) |
| Die Neigung der vordern Basiskante gegen *b* | 61° | $1'\frac{3}{8}$ |
| Die Neigung derselben Basiskante gegen *a* | 34 | $3\frac{3}{8}$ |
| Die Neigung der hintern Basiskante gegen *b* | 53 | $48\frac{1}{12}$ |
| Die Neigung derselben Basiskante gegen *a*, | 31 | $6\frac{7}{12}$ |
| Die Neigung der andern vordern Basiskante gegen *b*, | 53 | $48\frac{1}{12}$ |
| Die Neigung derselben Basiskante gegen *a* | 31 | $6\frac{7}{12}$ |
| Die Neigung der andern hintern Basiskante gegen *b*, | 61 | $1\frac{3}{8}$ |
| Die Neigung derselben Basiskante gegen *a*, | 34 | $3\frac{3}{8}$ |

Und hieraus

| | |
|---|---|
| Neigung von *P* gegen eine Ebene, die durch *a*, *b* geht | 44° 43′ |
| Neigung von *s* gegen eine Ebene, die durch *a*, *b* geht | 33° 23′ |
| Neigung von *i* gegen eine Ebene, die durch *a*, *b*, geht | 30° 49′ |
| Neigung von *k* gegen eine Ebene, die durch *a*, *b*, geht | 56° 46′ |

Eben so leicht findet man:

| | |
|---|---|
| Neigung der Säulenfläche (einer Fläche, die durch eine Basiskante, der verticalen Axe parallel, geht) gegen eine durch *a*, *c* gelegte Ebene | 53° $39'\frac{1}{2}$ |
| Neigung der benachbarten Säulenfläche gegen dieselbe Ebene . . . . . . . . | 28° $3'\frac{1}{2}$ |

Diese Werthe sind indessen zu klein, denn sie geben die Neigung von *M* zu *r* und von *T* zu *r* 127° 0′ und 110° 27′, da diese beiden Winkel doch nach den Messungen 126° 40′ und 110° 10′ sind.

Die Neigung von *u* gegen die Ebene, die durch

$a_{,}$, $c$ geht, ist gleich 44° 37′, und gegen die Ebene, die durch $b$, $c$ geht, 70° 38′.

Die Berechnung der Neigungen der secundären Flächen ist leicht, wenn man nur weiſs, in welche Zone sie fallen. Um z. B. die Neigung von $u$ gegen eine Ebene zu finden, die durch $a_{,}$, $c$ geht, denkt man sich erst eine Linie, die durch den Mittelpunkt des Octaëders geht, und senkrecht auf der Kante zwischen $s$ und $k$ steht. Diese Linie macht mit der Axe $b$ einen Winkel $\lambda$, der aus der Formel (II) zu berechnen ist, in welcher $\beta$ und $\gamma$ die Neigungen der Flächen $s$, $k$ gegen die Ebene, die durch $a_{,}$, $c$ geht, bedeuten. Den Werth dieses Winkels $\lambda$ nebst demjenigen der Neigung $\gamma$ von $k$ gegen dieselbe Ebene in der Formel (I) gesetzt, giebt den Werth von $\beta$, oder die Neigung von $u$ gegen dieselbe Ebene, wobei man $n = \frac{1}{2}$ setzen muſs.

Wenn man alle diese Winkel noch einmal übersieht, so findet man, daſs die Tangenten der Neigungen der verschiedenen Flächen gegen durch die Axen gelegte Ebenen keineswegs in einfachen Verhältnissen zu einander stehen, daſs also diese Flächen schwerlich auf rechtwinklige Axen zu beziehen sind. Wir haben also im Kupfervitriol das Beispiel einer Formenreihe, in welcher die Tautometrie mit der Symmetrie zugleich verschwunden ist. Das Studium mehrerer Formen dieser Art wird uns belehren, ob sich überhaupt Tautometrie ohne Symmetrie nicht findet: ob, wo die Axen zwei schiefe Winkel mit einander machen, der dritte immer auch schief ist: oder ob diese Eigenschaften bloſs einigen Substanzen zukommen. *Besonders* willkommen wäre in dieser Hinsicht die Be-

arbeitung des Axinits, dem Haüy ein gerades Prisma mit rhomboïdischer Basis (oder ein schiefes Octaëder mit rhombischer Basis) zur Grundform giebt.

* * *

*Nachschrift an den Hrn. Herausgeber.*

Da die vorstehende Abhandlung des Hrn. Prof. Kupfer durch meine Hand an Sie, mein hochgeehrtester Freund, gelangt, so glaube ich es nicht mit Stillschweigen übergehen zu können, dafs, so lehrreich und des Verf. würdig sie auch ist, mich doch einige Stellen in der Einleitung befremdet haben, und mir eine Gegenbemerkung nöthig zu machen scheinen. „Alle krystallographischen Theorien, sagt der Verf., drehen sich um zwei Hauptpunkte, um die Wahl der Grundform, und um die Ableitung der secundären Flächen aus denselben.“ Den ersten Theil dieses Satzes kann ich nicht zugeben; ich glaube vielmehr schon in dem Bande der Schriften der hiesigen Akad. d. Wiss. für 1816 und 17, S. 236—240 gezeigt zu haben, dafs die Wahl einer Grundform etwas sehr willkürliches und precäres ist, wie sie sich denn gerade in diesem Lichte in allen neuern Bearbeitungen zeigt; dagegen sie in meiner Methode, die Hr. Prof. K. so gut kennt, jederzeit in ein Verhältnifs von Linearrichtungen unter sich aufgelöst werden mufs, um, mit Weglassung der Fictionen, die Natur reiner und hypothesenfreier darzustellen.

„Dabei darf das Grundgesetz aller krystallinischen Bildung, fährt Hr. K. fort, nicht aus den Augen gelassen werden, dafs nämlich die secundären Flächen

die Seitenlinien der Grundform in rationalen Verhältnissen schneiden. Dieser Grundsatz ist zuerst von Haüy an der Natur selbst erwiesen worden — —. Haüy ist auch der einzige gewesen, der eine Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung gegeben hat — —. Alle spätern krystallographischen Theorien — — sind nur Ansichten, die diesen von Haüy erwiesenen Grundsatz schon stillschweigend in sich fassen, und keineswegs dazu dienen sollen, ihn von Neuem zu beweisen, sondern ihn durch neue Beobachtungen zu bestätigen."

Hier ist manches zu erinnern. Der Grundsatz, von welchem die Rede ist, dafs irgend gegebene krystallographische Linien eines Systems von jeder abgeleiteten Fläche desselben in rationellen Verhältnissen getheilt werden, war bei Haüy, in so weit er von ihm ausgesprochen worden, lediglich *Annahme*, oder die unmittelbare Folge seiner atomistischen Hypothese von den Decrescenzen, identisch mit dieser selbst. Einen *Beweis* desselben könnte man aus Haüy nur durch eine petitio principii finden. *Nachweisen* in der Natur, dafs es so sey, d. i. es glaublich machen durch einige unter den einfacheren gewählte Beispiele, wo die Hypothese sehr gut mit dem, was sich beobachten läfst, übereinstimmt, und dem etwanigen Gegner überlassen, die Vermuthung, dafs es überall so sey, zu entkräften, diefs ist wohl noch weit entfernt, die Hypothese zum erwiesenen Grundsatz zu machen. Wenn aber wirklich ein *Beweis* dieses wichtigen Grundsatzes gegeben worden ist, so ist es durch die *Zonenlehre* geschehen, diese Fundamentallehre für die ganze speciellere Krystallographie.

Ich kann daher diesen Aeufserungen des Hrn. Prof. K. nur in sofern beitreten, als sie sich auf die Mohs'sche Darstellung zu beziehen scheinen; denn in den *Reihen* des Hrn. Mohs etwa einen Beweis unseres Grundsatzes zu suchen, wäre die nämliche petitio principii. Diese Reihen haben in sich keine Bürgschaft; so weit ihnen aber Wahrheit zukommt, erhalten sie dieselbe durch das Gesetz der *Zonen*, und sind in diesem schon enthalten.

*Weifs.*

# VIII.

## *Bemerkungen über das Geschlecht des Feldspath-Grammit's und Beschreibung des Oligoklases, einer neuen Spezies desselben;*

von

August Breithaupt.

(Beschlufs.)

### 7. Orthoklas.

Das Auszeichnende dieser Spezies liegt besonders in der geringen Neigung zwischen *P* und *M*. Ich würde die Differenz um 6 Minuten von 90° selbst für Null genommen haben, hätte ich bei perimetrischen Messungen nicht stets zwei stumpfe und zwei spitze Winkel in der bestimmtesten Lage zu der Spaltungsfläche *T* gehabt, so dafs der Orthoklas immer links geneigt erscheint. Ich hätte die Differenz als Mittel der besseren Beobachtungen — zu ganz guten fehlte es mir an tauglichen Stücken — um einige Minuten gröfser nehmen können; nahm aber damals das Mittel aller. Herr Prof. Naumann mochte sich aus der physikalischen Beschaffenheit der sechs gewöhnlichen Seitenflächen des Orthoklases *MTl* überzeugt haben, dafs sie dreierlei Werth und Neigung hätten, hielt aber die von mir gefundene Differenz vom rechten Winkel bei der Neigung von *P* auf *M* für Fehler der Beobachtung, und so kam es, dafs derselbe in seinem Grundrisse der Krystallographie ein *siebentes* Mineral-System annahm. In der That auf die blofse *Möglichkeit* der Existenz

eines solchen Systemes hin dasselbe gleich als ein wirkliches zu betrachten, und es als in der Natur vorliegend auszugeben, auch allenfalls dafür zwei Namen zu machen, diess alles läuft der ruhigen Naturforschung gänzlich zuwider. Eine durch Beobachtung gefundene Differenz vom rechten Winkel lässt sich in einem Falle, wie der vorliegende, nicht durch hypothetische Ansichten wegläugnen, sondern nur wieder durch Messungen, denen man den Vorzug vor jenen zu geben, besondere Gründe haben muss. Uebrigens fände bei Annahme jenes Systems wirklich keine schiefe rhombische Basis mehr Statt, sondern eine schiefe rhomboidische, — und das eine neue Abnormität.

Auch beim Orthoklas finden sich Spuren der Spaltungsrichtung nach $o$, die keinem Gliede der linksgeneigten Feldspathe ganz fehlt, und vielleicht manchmal mit jener nach $T$ verwechselt worden seyn mag. — Nur sehr selten sieht man auch Spuren nach $x$, namentlich in den grossen Zwillingen mit geneigter Hauptaxe vom St. Gotthard.

In der folgenden Uebersicht von Gewichtsbestimmungen habe ich nur einen kleinen Theil durch Messungen als Orthoklas erkannt. Ich habe mich nur überzeugen können, es nicht mit einer andern bereits bestimmten Spezies zu thun zu haben. Es wäre daher möglich, dass der Orthoklas noch irgend eine neue Spezies enthielt.

*A.* Mehr oder weniger aufgelöste Orthoklase.

2,455 Ganz aufgelöster, im Wasser sich noch mehr auflockernder, von Aue bei Schneeberg.

2,362 Etwas aufgelöster, von Bobritzsch bei Freiberg.

*2,366 desgl., daher.*

2,375 desgl., von Raspenau bei Friedland in Böhmen.
2,384 desgl., ein fleischrother Drilling, von Paveno.
2,415 desgl., röthlichweisser Zwilling, daher.

B. Nicht vollkommen frische Orthoklase.

2,488 Milchweisses Bruchstück eines Zwillings, daher.
2,498 Fleischrother, ins Isabellgelbe fallender, einfacher Krystall, aus der Auvergne.

C. Frische Orthoklase, welche auch auf dem dichten Bruche Glanz besitzen.

2,514 Berggrüner, von Bodenmais in Baiern.
2,523 Blass fleischrother grossblättriger, von Bobershau bei Marienberg.
2,539 Graulichweisser, aus dem Freiberger Gneise.
2,542 Gelblichgrauer mit fleischrothen Flecken, von Johann-Georgenstadt.
2,5472 Dunkel fleischrother deutlich und grossblättrig, angeblich von Utö.
2,5479 Graulichweisser, aus einer granitischen Ausscheidung, von der Balermühle bei Siebenlehn.
2,551 Gelblichweisser klarer (Adular), vom St. Gotthard, gemessen.
2,554 Schön fleischrother, von Johann-Georgenstadt, andere Fundstätte.
2,555 Dunkel gelblichweisser bis isabellgelber, von der Dorotheen-Aue bei Karlsbad, etwas Farbe wandelnd.
2,557 Die 16te Abänderung, anderes Stück.
2,560 Die 12te Abänderung, schöner und klar.
2,562 Grüner aus Sibirien, eine Seite polirt.
2,562 Graulichweisser in zugerundeten Krystallen, welche in Kalkspath gelegen mit Säure gereinigt, angeblich von Arendal, gemessen.
2,565 Blaulichgrauer, von Neustadt bei Stolpen.
2,570 Gelblichgrauer blumigblättriger, von Breitenbrunn bei Johann-Georgenstadt, undeutlich blättrig, von geringem Glanze.

2,573 Dunkel fleischrother aus dem norwegischen Zirkon-Sienit, etwas Farbe wandelnd.

2,582 Gelblichweisser schön klarer (Adular), von Duckweiler in der Eifel in Rhein-Preussen, gemessen.

Man kann diesen Erfahrungen zufolge die Gränzen des specifischen Gewichts beim Orthoklas = 2,51 bis 2,58 annehmen; allerdings viel bedeutender als bei den übrigen Feldspathen. Allein bedenkt man, dass der Orthoklas viel leichter der Zerstörung unterworfen ist, als die übrigen Spezien des Geschlechts, dass er in so ungewöhnlicher Frequenz vorkommt und sich auch unter sehr verschiedenen Umständen und Begleitern gebildet hat; so ist eigentlich im Vergleiche mit anderen ähnlichen Mineralien, z. B. im Vergleiche mit Skapolith, seine Gewichts-Differenz immer noch eine kleine.

Der in Klingsteinen und Obsidianen inneliegende Feldspath dürfte dem Orthoklas zuzuzählen seyn. Ich habe ihn zwar nicht gewogen; allein der Winkel $\frac{P}{M}$ entspricht nach einigen ziemlich genauen Messungen dem der genannten Spezies.

Bemerkenswerth ist das Ergebniss der von Herrn Dr. Struve *) unternommenen Zergliederung des so bekannten Zwilling-Orthoglases von Elbogen in Böhmen. Es besteht derselbe aus: Kieselerde 67,61, Thonerde 19,65, Kali 9,60, Natron 1,55, (beide mit kleinen Antheilen Schwefel- und Salzsäure) Eisenoxyd 1,13, Wasser 0,46.

*) Ueber die Nachbildung der natürlichen Heilquellen, Heft 2. S. 20 und dies. Ann. Bd. 83. S. 330.

*Nachtrag.* Vor wenig Tagen erhielt ich einen *Orthoklas*, welcher bei paralleler Hauptaxe der Individuen nach den Flächen *M*, d. i. nach den lateral-brachydiagonalen Flächen, also ähnlich dem Periklin, Tetartin etc., zusammengesetzt ist. Diese Abänderung ist derb, frisch und von schön spangrüner Farbe, ja zum Theil noch schöner, als der sogenannte Amazonenstein aus Sibirien, diesem aber höchst ähnlich. Aus der genauen Untersuchung derselben liessen sich zwei wichtige Resultate ziehen, welche meine früheren Angaben bestätigen und berichtigen. Sie sind folgende:

1) Dadurch, dass die Individuen in zwei Lagen der schiefbasischen Flächen *PP* spiegeln, ist zunächst und unzweifelhaft erwiesen, *dass P und M eines Individuums oder die schiefe Basis und die brachydiagonale Seitenfläche nicht rechtwinklig, sondern schiefwinklig aufeinander stehen.* Der Orthoklas *muss* mithin in die tetartoëdrische Abtheilung des Rhomben-Systems gerechnet werden, als wohin alle andere Feldspath-Spezien gehören.

2) Dadurch, dass ich den Winkel, welchen *P* und *P* in der regelmäfsigen Zusammensetzung machen, auf einerlei Flächen von vollkommner Spiegelung messen konnte, ward mir ein *scharfes Resultat* möglich. Ich erhielt in einer Reihe von Beobachtungen 90° 14′ und 89° 46′, nur zweimal 90° 16′ und 89° 44′, habe aber Ursache, den ersten Winkeln den Vorzug zu geben. Man vergleiche hierbei die frühere Bemerkung über die Minuten dieser Abweichung vom rechten Winkel.

Der hinreichend scharfen Beobachtung stand näm-

[illegible] an den früherhin bekannten Varietäten das Unvollkommne der Spiegelung auf *M* entgegen. Der nämliche Fall tritt auch bei den übrigen Spezien ein. Man wird deshalb allemal am sichersten verfahren, diesen wichtigsten Winkel der Feldspathe (von *P* auf *M*), wo es nur möglich, an Zwillingen zu messen.

Das gebrochene Blätterige, was durch die erwähnte regelmässige Zusammensetzung der Individuen, welche meist papierdünn [illegible] sind, ist besser zu erkennen, wenn man die Linien der Zusammensetzung an dem zu beobachtenden Stücke von sich nach dem Licht zu richtet, als wenn man jene Linien von der Rechten zur Linken gelegt nimmt.

2,546 war das specifische Gewicht dieses grünen Orthoklases.

Er ist von der Westküste Grönlands, wo ihn Mitglieder der evangelischen Brüdergemeine auffanden und nach Herrnhut sendeten. Von da erhielt ich ihn durch die Güte des Herrn Doctor Thalacker. Es ist mir sehr erwünscht bei dieser Gelegenheit es rühmen zu können, wie viele Verdienste sich die in Grönland wohnenden Herrnhutischen Kolonisten um das Einsammeln merkwürdiger Mineralien erworben haben; und dann, wie gern und vielfach mich in Untersuchung derselben Herr Dr. Thalacker unterstützt hat.

---

Die obige Varietät zeigt noch eine andere Merkwürdigkeit. Ich hatte sie Abends am Kerzenlichte betrachtet und fand, dass ausser der doppelten Spiegelung der Flächen *PP* unter einem Winkel von 179° 32′ auch eine Spiegelung unter dem Winkel von [illegible] [illegible] 1?3° Statt finde, diese aber nur in einzelnen

Flämmchen oder Schüppchen, welche das Ansehen von beim Spalten losgezogenen Blättchen hatten. Ich weiſs mir dieses Phänomen nicht anders zu erklären, als daſs höchst zarte Schüppchen von Tetartin fein zertheilt darin mit vorkommen, und zwar unter sich regelmäſsig zusammengesetzt und mit den Individuen des Orthoklases in den Hauptaxen parallel. Das sonderbare Verhalten war in grünlichweiſsen, übrigens weniger frischen und schon etwas zerrissen blättrigen Stellen, welche neben dem schönen grünen mit ansitzen, merklicher. Deshalb vermuthete ich hier ein höheres specifisches Gewicht; allein im Gegentheil wog ein grünlichweiſses Stück nur 2,517. Dessen ungeachtet kann ich dieses Ergebniſs bei der Zerrissenheit des blättrigen Bruchs und bei dem Mangel vollkommner Frischheit der gewogenen Abänderung noch nicht für widerlegend ansehen. Daſs aber jene Schüppchen Tetartin seyn möchten, entnehme ich daraus, weil von diesem Feldspathe hie und da eine kleine Partie sichtlich eingemengt erscheint.

Da auch bei dem sibirischen grünen Orthoklas etwas Tetartin mit vorkommt und der grüne grönländische jenem höchst nahe steht; so suchte ich an dieser sattsam bekannten Abänderung nach der regelmäſsigen Zusammensetzung. Und sie findet auch wirklich hier Statt. Allein oft entzieht sie sich dem unbewaffneten Auge, theils wegen der äuſsersten Zartheit der sie constituirenden Individuen, theils wegen der Gröſse des Winkels, den die schief-basischen Flächen mit einander machen, welches der gröſste in der Krystallometrie noch vorgekommene seyn möchte.

## 8. Oligoklas.

Oben bei Gelegenheit des Tetartins habe ich dieser neuen Spezies schon Erwähnung gethan. Herr Doctor Bondi brachte dieses Mineral aus Norwegen mit; aber ich muſs sogleich bemerken, daſs zu Arendal auch Orthoklas vorkommt und nach Herrn Dr. G. Rose auch Tetartin; doch kenne ich nicht diese Abänderung und maſse mir deshalb darüber kein Urtheil an. Der Oligoklas hat folgende Merkmale:

Perlmutterglanz auf der Hauptspaltungsfläche nach der schiefen Basis, Glasglanz auf den übrigen Spaltungsflächen, Fettglanz auf den muschligen und unebenen Bruchflächen, welche die unvollkommne Spaltung unterbrechen.

Farbe: weiſs bis ins Graue geneigt.

Primärform: Schiefes Rhomboiden-Prisma, nach Dimensionen unvollkommen bekannt, mit linkseitiger Neigung. *P* auf *M* = 93° 45′ und 86° 15′, *P* auf *T* 115° 30′ geneigt. Spaltbar, sehr vollkommen basisch (*P*), deutlich lateral und zwar brachydiagonal (*M*), undeutlich nach der ersten Seitenfläche (*T*), nach der ersten pyramidalen (*o*) und nach der andern Seitenfläche (*l*).

Die letzteren drei Richtungen stets durch dichten Bruch unterbrochen, im directen Sonnenlichte oder des Abends am Kerzenlichte wohl zu erkennen.

Härte: 8 bis 8,25.

Specifisches Gewicht:

2,642 Graulichweiſser bis lichtegrauer, grobkörnig zusammengesetzt, von Hohe-Tanne unterhalb Freiberg, wo er mit Fibrolit im Gneiſse vorkommt.

2,650 *Graulichweiſser*, von Arendal, ein groſses Stück.

2,654 dasselbe, nachdem es, in der Richtung einiger Klüfte zerkleint war.

2,661 Ganz klarer desgl., daher, frei von Klüften.

In die Charakteristik würden also 2,64 bis 2,66 als Gränzen aufzunehmen seyn. Und man sieht, daſs sich der Oligoklas schon durchs Gewicht von dem Tetartin unterscheiden läſst. Er ist mir nur in derben Massen bekannt, groſsblättrig und schön von Arendal, wo er mit grünem Epidot zusammen vorkommt, weniger ausgezeichnet von Hohe-Tanne. In dem Schriftgranit von Neustadt bei Stolpen fand ich früherhin einen Feldspath, der 2,660 wog, ich kann aber nicht bestimmt sagen, daſs es die nämliche Spezies sey. Für den ersten Blick hat der Oligoklas namentlich durch den Fettglanz im dichten Bruch Aehnlichkeit mit Skapolith und soll auch dafür ausgegeben worden seyn. — Da die neue Spezies weniger deutlich spaltet, als der Tetartin, überhaupt weniger vielfach und deutlich, als alle Feldspathe mit linker Neigung, so habe ich ihn Oligoklas genannt. Er steht in Beziehung der Spaltbarkeit keiner Spezies so nah als dem Orthoklas.

### 9. Labrador.

Von dem Labrador will ich nur eine kleine Reihe Gewichtsbestimmungen mittheilen, und bemerken, daſs ich bis jetzt in Basalten nur diese Spezies des Feldspaths gefunden habe, aus Böhmen, aus Rhein-Baiern, aus der Auvergne etc. Aber wahrscheinlich ist noch eine neue Spezies in dem, was wir jetzt Labrador nennen, versteckt; denn da Herr Dr. G. Rose genaue Messungen zu machen versteht, ich aber mit Herrn Prof. Hessel den stumpfen Winkel PM gröſser,

als jener angiebt, gefunden, so muss man darüber von Neuem arbeiten.

2,688 Dunkelgrau mit rother Farbenwandlung von Labrador, muglich geschliffen.

2,6903 Grünlichweisser (Falsit Klaproth's), Gemengtheil des Sienit's, von Siebenlehn unterhalb Freiberg.

2,6908 Graubrauner mit schön blauer Farbenwandlung von Labrador, muglich geschliffen.

2,708 Pflaumenblauer aus der Gegend unterhalb Siebenlehn.

2,711 Weisser von der Sienitkuppe bei Halsbrücke unweit Freiberg.

2,714 Rother von dem Sienit des Plauenschen Grundes bei Dresden.

2,715 Grauer aus dem Gabbro von Prado in Toscana.

2,716 Desgl. aus dem Gabbro von Harzeburg am Harz.

2,721 Grünlichweisser, Bournon's Indianit, von Karnatik.

2,689 Ueberaus schöner und frischer, blaue Farbe wandelnder, in höchst reinen Spaltungsgestalten, von Labrador.

2,718 Der weisse feinkörnige, von Siebenlehn, Klaproth's Falsit.

2,719 Nelkenbrauner, porphyrartig in Grünstein liegend, von Neustadt bei Stolpen.

---

Dass der rothe splittrige *Leelit* Clarke's von Gryphytta in Westmanland ein Feldspath sey, lässt sich zur Zeit nicht erweisen. Sein Gewicht fand ich zu 2,676, wonach er zwischen Oligoklas und Labrador mitten inne steht.

Also wären hiernach die Gränzen der Spezies 2,68 bis 2,72.

Folgende Uebersicht zeigt, dass man in den meisten Fällen durch das Gewicht noch die einzelnen Spezies unterscheiden könne, und wo die Gewichte übereinstimmen, kommen leicht aufzufindende andere Abweichungen zu statten; so dass es ungeachtet der Mein-

ge Feldſpathe nicht ſchwer fällt, die einzelnen Species richtig zu beſtimmen.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1) Petalit | 2,42 bis 2,45 | | | 2,42 bis 2,66 der links geneigten |
| 3) Periklin | 2,53 — 2,56 | | | |
| 4) Tetartin | 2,60 — 2,62 | eigentlich nur 2,61 bis 2,62 | | |
| 2) Orthoklas | 2,51 — 2,58 | | | |
| 5) Oligoklas | 2,64 — 2,66 | | | |
| 6) Labrador | 2,68 — 2,72 | | | 2,68 bis 2,76 der rechts geneigten. |
| 7) Auorthit | 2,76 | nach der Roſe'ſchen reinen Wägung | | |

Meinen Erfahrungen zufolge haben alſo nur Orthoklas und Periklin einerlei Gewicht, und beide laſſen ſich ſo bequem nach dem Verhalten der Fläche *T* in Bezug auf Spaltung unterſcheiden.

### 10. Ueber die Miſchung einiger Feldſpathe.

Beim *Periklin* war mir die gröſsere Blättrigkeit aufgefallen, obwohl er, chemiſch betrachtet, eine Combination aus Orthoklas und Tetartin zu ſeyn ſcheint, ſo iſt er doch deutlicher und eigentlich mehrfach blättrig, als jene beiden, zugleich im Gewichte weniger ſchwer, als die Hälfte der Varietäten des Orthoklaſes, da man hätte vermuthen ſollen, daſs er ſchwerer ſeyn müſſe als Orthoklas, wenn er bloſs aus den angeführten Beſtandtheilen beſtände. — Nun hat ſich mir ſchon längſt die merkwürdige Erſcheinung aufgedrungen, daſs alle Fluſsſäure-haltigen Mineralien ſehr deutlich blättrig ſind. Nicht nur Fluſsſpath, Topas, Amblygonit, Kryolith, welche ſämmtlich reich an Fluſsſäure ſind, ſondern auch Albin und Ichthyophthalin, Glimmer, Amphybolit etc., welche wenig davon enthalten, ſind auf das deutlichſte blättrig. Hängt dieſer Umſtand in gewiſſen Fällen von einer Beimiſchung Fluſsſäure

wirklich ab (so wie in anderen Fällen das Aehnliche vom Wasser bewirkt wird), so lässt sich auch hieraus mitunter auf die unbekannte Zusammensetzung gewisser Mineralien schliessen. Eine Folgerung der Art ist mir schon glücklich gelungen. Amblygonit und Skapolith als Glieder eines Geschlechts zeigten mir nämlich in ihrer Mischung gar nichts Gemeinschaftliches ausser dem Thonerdegehalte. Ich vermuthete aber im Skapolith etwas Flussäure, und obwohl die Quantität derselben mir unbekannt geblieben, so jagte ich doch etwas davon aus jenem Minerale aus, auf die Weise, wie Hr. Prof. Berzelius das Verfahren angiebt.

Sollte nicht auch im Periklin etwas Flussäure enthalten seyn? Es wäre freilich auch immer wieder möglich, dass, wenn sich diese Frage bejahen liesse, die dem Periklin am nächsten stehenden Spezien, als Petalit und Tetartin, wieder etwas Aehnliches enthielten; allein verschiedene Quantitäten an Flussäure lassen sich ja auch wohl bei Periklin und Tetartin denken.

Was die noch unerforschte Mischung des Oligoklases betrifft, so halte ich dafür, dass er als ein links geneigter Feldspath ein Alkali Trisilikat mit 3 Antheilen Thonerde-Trisilikat enthalten könne, und da die eigentlichen Alkalien schon für einen solchen Fall erschöpft sind, so wäre es, namentlich da der Bondit dem Skapolith so ähnlich sieht, wohl möglich, dass jener ein Kalkerde- oder Talkerde-, oder ein Natron- und Kalkerde- oder Talkerde-Trisilikat enthalte.

Freiberg im Julius 1826.

# IX.

## *Beiträge zur mineralogifchen Optik;*

vom

Prof. MARX in Braunfchweig.

### I. Unterfuchung eines *einaxigen Glimmers* aus Nordamerika.

Diefen Glimmer fand ich in der Sammlung des kaiferlich ruffifchen Minifters von Struve zu Hamburg, welcher erleuchtete Kenner der Naturwiffenfchaften die mineralogifchen Schätze nicht nur unferes, fondern auch anderer Welttheile in befonderer Schönheit zufammenzubringen verftand. Als Fundort der ifolirten, beinahe einen halben Fufs langen, 3—5 Zoll breiten und 1—2 Zoll hohen Kryftalle war Monroe in New-York angegeben. Ohne Zweifel ift es derfelbe, von welchem in Robinson's Catalogue of American Minerals, Boston 1825. 8. p. 139 gefagt wird, dafs man dafelbft aufser Sahliten, Ceylaniten, Bruciten und grünem Augitfels auch antreffe: a vein of green mica, about 1 foot in breadth and several feet in depth, mostly in 6 sided tables, sometimes in large triangular pyramids.

Da ich von dem freundlichen Befitzer der bemerkten Sammlung mit hinreichenden Exemplaren verfehen wurde, fo entfchlofs ich mich zu einer Unterfuchung diefes ausgezeichneten Minerals, und die gewonnenen Refultate fcheinen mir der öffentlichen Mittheilung nicht unwerth zu feyn.

Die Form der Kryſtalle iſt die von geſchobenen vierſeitigen Säulen. Die ebenen Winkel der Baſis haben 60° und 120°, die Neigung der vier auf der Grundfläche ſchief aufſtehenden Seitenflächen konnte ich mit keinem Goniometer auch nur einigermaſsen annähernd finden, da dieſelben mit einer rauhen Hülle von Eiſenoxyd beinahe ganz überzogen ſind. Zuweilen zeigten ſich ſchiefe Abſtumpfungen der ſcharfen Ecken, aber wegen ihres unebenen, treppenförmigen Anſteigens eben ſo wenig beſtimmbar. Auſser der gewöhnlichen leichten Spaltbarkeit. parrallel der Baſis erſcheinen noch ziemlich deutliche Durchgänge (Zuſammenſetzungs- oder Ablöſungsflächen) der längern Seite gleichlaufend, und wieder welche beinahe in der Richtung der kleinen Diagonale der Säule. Zwiſchen denſelben bemerkt man gleichfalls dünne Schichten rothen Oxyds.

Die Farbe iſt ein graulichеs Grün, das ſich in das Schwarze verliert. Auf der Haupt-Spaltungs-Ebene verbindet ſich damit ein ſtarker Spiegelglanz. Die ſehr leicht ablösbaren und überaus dünnen Blättchen ſind klar und durchſichtig und ſehr elaſtiſch-biegſam, aber ſchon bei der Dicke eines ſtarken Velin-Papiers verſchwindet die Durchſichtigkeit faſt gänzlich. Der Strich iſt weiſs; die Härte hält die Mitte zwiſchen der des Gypſes und der des Kalkſpaths. Das ſpecifiſche Gewicht betrug bei $16\frac{1}{2}$° R., als ein Mittel mehrerer Verſuche, 2,88.

Da die optiſchen Eigenſchaften des Glimmers ſeit den Unterſuchungen von Biot ein groſses Intereſſe gewonnen haben, ſo ſuchte ich ſie auch an dem gegenwärtigen zu erforſchen. Ich hatte bisher alle Glim-

mer-Arten, deren ich habhaft werden konnte, darauf geprüft, und in allen zwei Axen der doppelten Brechung, mit geringen Unterschieden ihrer Axenwinkel angetroffen, und fing schon an mistrauisch in die Angabe des sonst so genauen französischen Naturforschers zu werden *), bis es mir gelang, Krystalle von dem seltenen durchsichtigen grünlichweissen vesuvianischen Glimmer zu erhalten und darin zu meiner Befriedigung wirklich Eine Axe zu erkennen **). Um so mehr war ich überrascht und erfreut, eine gleiche in dem ausgezeichneten Glimmer, welcher der Gegenstand unserer Betrachtung ist, zu finden. Einzelne Blättchen desselben senkrecht in einen polarisirten Lichtstrahl gebracht, stellten während ihrer Umdrehung das verschwundene ungewöhnliche Bild des Doppelspath-Prismas nicht wieder her; wurden sie aber gegen denselben geneigt, so erschien dasselbe, und zwar bei abwechselnder Neigung nach beiden Sei-

*) Auch Brewster'n erging es zuerst so, s. Gilbert's Ann. d. Ph. 1821. Heft 2. S. 163.

**) Eine gleiche erkannte ich auch in dem dunkelschwarzen, nur in den dünnsten Blättchen durchsichtigen Glimmer vom Vesuv, den ich, wie den vorigen, gleichfalls der Güte des Hrn. von Struve verdanke. Die Krystalle, die ich aus den Höhlungen der vulkanischen Auswürflinge herausbrach, hatten ausserdem noch den seltenen Vorzug, rein ausgebildet und auf allen Flächen spiegelhell und glänzend zu seyn, weshalb ihre Winkel mit dem Reflexions-Goniometer gemessen werden konnten. Sie hatten die Gestalt von, etwa eine Linie dicken und einen halben Zoll im Durchmesser haltenden, sechsseitigen Tafeln, deren Säulenwinkel genau 160° (120°? *P.*) hielten. Auf jede Seitenfläche (*M*) waren, oben und unten, zwei schiefe Flächen (*P*) aufgesetzt, so dass diese Flächen für sich allein eine regelmässige doppeltsechsseitige Pyramide bilden würden. Der Winkel von *P* zu *M* betrug 81° 45′. Sicherlich gehören diese Krystalle zum rhomboëdrischen (monotrimetrischen) Systeme, während über den äussern krystallographischen Charakter der zweiaxigen noch kein entscheidendes Urtheil gefällt werden kann.

ten hin mit ſymmetriſcher Farben-Folge. Zwiſchen zwei Turmalin-Platten gebracht, erzeugten ſie ſogleich concentriſche Farbenringe, welche von einem ſchwarzen Kreuze durchſchnitten waren *). Alles dieſes beweiſt genugſam das Vorhandenſeyn nur Einer optiſchen Axe, und die klaren Blätter der groſsen Kryſtalle möchten hinreichen, die meiſten Phyſiker mit Stoff zur Wiederholung dieſer anziehenden und belehrenden Verſuche zu verſehen.

Zur Ermittlung des chemiſchen Gehaltes dieſes Glimmers ſtellte ich folgende Verſuche an. Eine genaue quantitative Analyſe hat mir die Zeit bis jetzt nicht erlaubt.

Vor dem Löthrohre verloren dünne Stückchen bald ihren Glanz und ihre Durchſichtigkeit; ein Streifen Lackmus-Papier damit in einer Glas-Röhre erhitzt, ward geröthet und hiermit die Gegenwart der *Fluſsſäure* dargethan **).

Für ſich ſelbſt waren die Blättchen ganz unſchmelzbar; nur an den dünnſten Rändern war ein Zuſammenſintern wahrzunehmen. Durch dieſes Verhalten läſst ſich auf die Abweſenheit von Lithion ſchlieſsen ***). Mit Borax hingegen ſchmolzen ſie

*) Auffallend und faſt unerklärlich war es mir jedoch, daſs dieſes Kreuz nur dann rein und vollſtändig erſchien, wenn die kleine Diagonale des Blättchens einen Winkel von 45° mit der Ebene der urſprünglichen Polariſation machte. Auſserdem krümmten ſich die vier Linien des Kreuzes zu zwei hyperboliſchen Linien.

**) Vergl. die Abhandlung von Heinr. Roſe über den Glimmer, in Schweiggers Journ. f. Chem. u. Phys. 1820. St. 3. S. 293.

***) Vergl. Turner in Poggend. Ann. d. Phys. 1826. H. 4. S. 484. Auch die überwiegende Menge von Eiſen ſcheint ſchon dafür zu *ſprechen*, *ſ. C.* G. Gmelin ebendaſ. 1825. St. 1. S. 52.

leicht zu einem grünen Glase zusammen. Auch grössere Stücke lösen sich darin bald auf, und die allenfalls darin noch ungelösten Glimmer-Flitterchen verleihen dem Glase ein sehr schönes Schillern, wie es etwa im Katzenauge gesehen wird. Die Gegenwart von *Eisen*, worauf auch alle übrigen Verhältnisse hindeuten, ist hierdurch genugsam erwiesen. Mit Natron auf dem Platinblech erhielt ich keine entscheidende Andeutung von *Mangan*. Mit Phosphorsalz bildete sich während des Erhitzens eine klare grüne Perle, worin ein Skelett von *Kieselerde* schwamm. Beim Erkalten ward sie weiss und opalisirend.

Um mich indessen genauer von der Gegenwart der darin befindlichen Stoffe zu unterrichten, schmolz ich eine Quantität mit kohlensaurem Natron im Platintiegel, schied auf die bekannte Weise erst die *Kieselerde* davon, hierauf das *Eisenoxyd*, dann von diesem eine geringe Menge *Thonerde*, und zuletzt eine beträchtliche Menge *Talkerde* nebst einer geringen von *Mangan*. Ein anderer Antheil mit salpetersaurem Baryt geglüht, gab nach Abscheidung der erdigen und metallischen Stoffe, so wie nach Verjagung der Ammoniaksalze einen häufigen Niederschlag mit Platinsolution, wodurch das Vorhandenseyn von *Kali* in diesem Glimmer dargethan ist *).

*) Als Nachtrag zu dem obigen Auffatze mögen hier auf Wunsch des Hrn. Verfassers noch folgende briefliche Bemerkungen eine Stelle finden. Sie beziehen sich auf ein von mir an den Hrn. Verf. gerichtetes Schreiben, worin ich unter andern geäussert hatte, es sey mir schon anderweitig bekannt, dass die dunklen grünen Glimmer einaxig seyen, und dass man die einaxigen nur unter diesen zu suchen habe. „Diese Bemerkung, erwiederte Hr. Prof. Marx, hat sich mir im Allgemeinen auch dargeboten, als ich kürzlich in Göttingen nach dem Wunsche des Hrn. Hofr. Hausmann, sowohl dessen eigene, an skandinavischen

## II. Ueber eine neue optische Eigenschaft des *Dichroits*.

Dieses Mineral (sein systematischer Name bei Mohs ist prismatischer Quarz) war bisher schon

Glimmern reiche, als auch die mit sibirischen und grönländischen wohlversehene Universitätssammlung in optischer Hinsicht untersuchte. Die dunkelgrünen und schwarzen waren alle einaxig, jedoch fanden sich mehrere ziemlich stark grüngefärbte, welche zweiaxig waren; dahingegen ein ziemlich heller, röthlichbrauner, sich als einaxig erwies. Von diesem letztern, der aus Sibirien ist, lege ich Ihnen hier eine Probe bei. Wahrscheinlich wird auch hier die chemische Untersuchung (die ich nächstens vornehmen werde) einen bedeutenden Magnesia-Gehalt nachweisen. Die Abhandlung von Hrn. H. Rose, die Sie mir anzeigten, war mir wirklich entgangen und ich habe auch in diesem Augenblicke nicht Gelegenheit, sie nachzusehen. Seitdem habe ich indessen die Abhandlung Biot's im Bullet. de la Soc. Philomat. 1818. p. 199 (ein Auszug aus einem bisher leider noch nicht publicirten Mémoire für die Academie) nachsehen können und daraus erfahren, dass schon Vauquelin in den ihm übergebenen einaxigen Glimmern bis auf 20 Proc. Magnesia, in den zweiaxigen aber kaum eine Spur von derselben gefunden habe." — Hinsichtlich dessen, was von mir über die Glimmer gesagt ist, muss ich bemerken, dass der Satz, als seyen die dunkeln grünen sämmtlich einaxig, schon vom Hrn. Prof. H. Rose in seiner letzten Arbeit über die Glimmer ausgesprochen worden ist und auch durch die zur Zeit bekannten Erfahrungen gerechtfertigt zu werden scheint. Was aber die Aeusserung betrifft, dass man die einaxigen Glimmer nur unter den dunkeln grünen zu suchen habe, so ist sie allerdings unrichtig und nur die Eile des Schreibens hat mich diess übersehen lassen können. Schon der einaxige Glimmer, dessen Analyse Hr. Prof. Rose in diesen Ann. Bd. 71. S. 13 bekannt gemacht hat und der vom Baikal-See herstammt, ist braun und relativ sehr hell, wie es scheint, noch ein wenig heller, wie der, welcher mir vom Hrn. Prof. Marx gefälligst übersandt worden. Eben so ist von mir der chemische Unterschied zwischen den einaxigen und zweiaxigen Glimmern, welchen Hr. Prof. Rose in dies. Ann. Bd. 77. S. 85 aufgestellt hat, nur unvollständig in jenem Briefe angeführt worden. Es ist nicht bloss der Gehalt an Magnesia, den Hr. Prof. R. für das Charakteristische der *einaxigen* Glimmer ansieht, sondern die Zusammensetzung nach der Formel: $\left\{\begin{matrix}A\\F\end{matrix}\right\}S+\left\{\begin{matrix}K\\f\\mg\end{matrix}\right\}S$; dagegen derselbe für die *zweiaxigen* Glimmer die mineralogische Formel: $KS^3+12\left\{\begin{matrix}A\\F\end{matrix}\right\}S$ annehmen zu müssen glaubt. Hr. Prof. R. hält jedoch diese Formeln nicht für unbedingt richtig, wie diess am genannten Orte von demselben umständlich motivirt worden ist. *P.*

durch seine auffallende Farbenwandlung, je nachdem es das Licht parallel der Axe (weisslich gelb) oder senkrecht auf dieselbe (blau) durchläfst, interessant und ist in dieser Beziehung von Brewster *) genau untersucht worden. Noch merkwürdiger, doch mit jener Eigenschaft in enger Verbindung stehend, scheint mir diejenige zu seyn, die ich vor kurzem an demselben wahrgenommen, nämlich das Licht nach jenen zwei Richtungen vollständig zu *polarisiren.* Bekanntlich zeigte bisher von allen krystallisirten Körpern nur der Turmalin diese Besonderheit, jedoch nur parallel der Axe, und Biot, der Entdecker derselben, hat sie höchst scharfsinnig zu mineralogischen und optischen Zwecken benutzt. Zu diesen kann nun auch obiges Mineral dienen, und es ist in dieser Hinsicht gleichgültig, ob es senkrecht auf die Axe oder parallel mit derselben geschnitten ist. Es rührt dieses, wie man leicht einsieht, davon her, dafs es zwei Axen der doppelten Strahlenbrechung hat, und die krystallographische Axe nur die Zwischenlinie der beiden optischen ist, weshalb man auch hier bei jeder Umdrehung von 90° eine entgegengesetzte Polarisation erhält. Ein würfelförmig geschnittenes Stück ist in diesem Betracht sehr belehrend. Ich habe diese Erscheinungen sowohl an einem sehr durchsichtigen, vermuthlich spanischen (Jolith) beobachtet, als auch eben so gut an dem baierschen von Bodenmais (Peliom), weshalb dieses vaterländische Fossil nun um so mehr an Werth gewinnen wird.

III. Ueber eine optische Merkwürdigkeit der *Arragonit-Krystalle.*

Wer sich mit der Untersuchung der Form dieser

*) Vergl. Gilberts Ann. d. Ph. 1820. St. 5. S. 10.

Kryſtalle beſchäftigt hat, wird wiſſen, daſs in denſelben ein ganz beſonderes Beſtreben nach regelmäſsigen Zuſammenſetzungen erſichtlich iſt, und eine Zuſammenhäufung mehrerer Kryſtalle häufig den Beobachter durch den Schein einer einfachen Geſtalt täuſcht. Da die klaren und groſsen Kryſtalle, welche neuerlich aus Böhmen zu uns gekommen ſind, faſt wie von ſelbſt zu optiſchen Verſuchen einladen, ſo war ich bei Anſtellung derſelben nicht wenig verwundert, die Zwillingsbildung, welche in der äuſsern Form, vermöge des Ineinander- und Fort-Wachſens der kryſtalliniſchen Materie durchaus nicht mehr zu erkennen war, in der optiſchen Structur unzweideutig zu beobachten. Blättchen des Minerals, die ſenkrecht auf die Axe der Prismen geſchnitten waren, zeigten, auſser den zwei Syſtemen farbiger Ringe, im polariſirten Lichte, bei einer geringen Drehung oder Neigung *noch zwei* dergleichen. Bei einer günſtigen Lage waren alle vier Syſteme (als Zeichen von vier vorhandenen Axen, wovon je zwei einem Kryſtall angehören) mit den ſie durchziehenden ſchwarzen hyperboliſchen Armen ſichtbar. Die im vorigen Aufſatze angegebenen Turmaline oder Dichroïte ſind zur Anſtellung dieſer Verſuche ganz geeignet. Was mich am meiſten wunderte, war das, daſs ich keinen einzigen Kryſtall finden konnte, an welchem ſich nicht dieſe innerlichen Spuren der Verwachſung offenbarten *), auch an den neuerlich bei Hofgaismar aufgefundenen pyramidaliſchen Kryſtallen, die ich deshalb abſichtlich in Blättchen zerſchneiden lieſs und darauf unterſuchte.

*) Wie es beinahe ſtets mit den Salpeter-Kryſtallen der Fall iſt. ſ. W. Herschel in meiner Geſchichte der Kryſtall-Kunde S. 271.

## IV. Ueber ein Verfehen Biot's bei Beftimmung der Intenfität der polarifirenden Kräfte.

Die Gröfse der doppelten Strahlenbrechung läfst fich als abhängig denken von der relativen Kraft der Axe (oder mehrerer Axen), von welcher der ungewöhnliche Strahlenbündel entweder angezogen oder abgeftofsen wird, und eben fo wird die polarifirende Kraft mit jener in einem geraden Verhältniffe ftehen. Nun ift bekanntlich nach der Entwicklung von La Place $V'^2 = \frac{1}{b^2} - \left(\frac{1}{b^2} - \frac{1}{a^2}\right) \sin^2 U$, wo $V'$ die Gefchwindigkeit des ungewöhnlichen Strahles (wenn die im leeren Raume als 1 angenommen wird), $b$ den Coëfficienten für den gewöhnlichen Strahl, womit der Sinus des Einfalls-Winkels zu multipliciren ift, um den des Brechungs-Winkels zu erhalten, und $a$ eben diefen Coëfficienten für den ungewöhnlichen Strahl, und $U$ den Winkel, den diefer mit der Axe bildet, bedeutet. (Vergl. Biot, Traité de Ph. III. p. 351.) Die Intenfität der polarifirenden Kräfte in den kryftallifirten Subftanzen richtet fich nun nach dem Factor von $\sin^2 U$, oder nach der Gröfse von $\left(\frac{1}{b^2} - \frac{1}{a^2}\right) = K$, und dem gemäfs hat Biot (a. a. O. IV. p. 361 u. 425) die Ausfagen der Theorie mit den Ergebniffen der unmittelbaren Beobachtung zufammengeftellt. Er legt hiebei die Angaben der Brechungs-Verhältniffe, wie fie Malus gefunden hat, zu Grunde; da aber diefer jede Axe noch als repulfiv annahm, indem erft fpäter von Biot die Entdeckur[illegible]t wurde, fo benutzt er def[illegible] fagt, „rectifiées en avant [illegible] Be-

trachten wir nun die von ihm angeführten Beispiele des Baryts und des Quarzes, welche, nach ihm, beide eine attractive Axe haben. Für jenen ist $a = 0,607223$, also $\frac{1}{a^2} = 2,712090$; $b = 0,611530$, also $\frac{1}{b^2} = 2,674017$, und daher $K = -0,38073$ und $V'^2 = 2,674017 + 0,38073 \sin^2 U$. Für den Quarz ist $a = 0,641776$, also $\frac{1}{a^2} = 2,427913$; $b = 0,645813$, also $\frac{1}{b^2} = 2,397652$, und daher $K = -0,030261$ und $V'^2 = 2,397653 + 0,030261 \sin^2 U$. Biot hingegen hat a. a. O. für den Baryt $V'^2 = 2,712090 + 0,38073 \sin^2 U$, und für den Quarz $V'^2 = 2,427913 + 0,030261 \sin^2 U$, und daher, wenn die polarisirende Kraft in diesem als Einheit angenommen wird, die des Baryts $= \frac{38073}{30261} = 1,25$. Zwar wird in dieser Formel auch nach unserer obigen, sicherlich richtigeren, nichts geändert, da der Factor, womit das Quadrat des Sinus multiplicirt wird, derselbe bleibt; aber auffallend ist es doch, dass Biot im ersten Theile der Formel $a$ und $b$ verwechselt, und also gerade in den Irrthum verfällt, den er bei Malus verbessern will. Beim repulsiven Kalkspath hingegen passt sowohl Formel, als auch das a. a. O. gegebene Resultat der Rechnung. — Wenn ich hier einen kleinen Verstoss Biots bemerke, so beabsichtige ich damit nicht im mindesten, den Ruhm eines Gelehrten zu schmälern, den ich gerade in diesem Theile der Physik als meinen unübertrefflichen Lehrer und Meister verehre.

# X.

## Ueber das Verhalten der organischen Körper in höheren Temperaturen;

von

Otto Unverdorben zu Dahme *).

Die organischen Körper geben bei trockner Destillation ausser den bekannten Säuren und Oelen mehrere andere Stoffe, die bisher noch nicht bekannt waren, und zwar kommen unter diesen solche vor, die ganz neue Klassen von organischen Verbindungen bilden, wie z. B. die wahrhaft brenzlichen Säuren und die flüchtigen organischen Alkalien. Bei allen Destillationen von organischen Körpern finden sich: *a*) flüchtige Basen, die einen eigenthümlichen Geruch besitzen und ölartig sind; — *b*) nicht flüchtige Basen, die gefärbt sind und sich nicht in Wasser auflösen; diese jedoch nur in den Destillaten aus solchen Körpern, die Stickstoff in ihrer Mischung enthalten; — *c*) ätherische Oele, die im Zustande der Reinheit, auf den sie sich oft nicht bringen lassen, ohne allen brenzlichen Geruch sind; deren giebt es leicht- und schwer-flüchtige; — *d*) ölartige Säuren, die das Brenzliche in den

*) Da die hier beschriebenen, merkwürdigen Stoffe möglicherweise eine Stelle unter den Arzneimitteln finden könnten, so ist der Verfasser erbötig, den Herren Aerzten, welche diese Stoffe zu prüfen wünschen, Proben derselben aus seinem Vorrathe zu überlassen. Er bittet, sich dieserhalb direct an ihn zu wenden. Der gegenwärtige Aufsatz ist übrigens nur als eine kurze Uebersicht der vom Hrn. Verfasser gemachten Untersuchungen zu betrachten; das Ausführliche derselben wird in der Folge mitgetheilt werden. P.

Destillaten von organischen Körpern ausmachen; — e) Harze, und zwar 1) solches, was in Kali und nicht in Alkohol löslich ist, 2) solches, was in Kali und Alkohol löslich ist, und 3) solches, was in Alkohol und nicht in Kali löslich ist; — f) ein brauner Extractivstoff, der mit den Alkalien, mit Kalk und mit Baryt in Wasser auflösliche Verbindungen giebt, unauflösliche aber mit den übrigen Erden; — g) ein im Wasser unauflöslicher Körper, der oft pulverartig, oft harzartig ist.

Diese Stoffe finden sich bei allen Destillationen von organischen Körpern in dem Destillate, bald in grösserer, bald in geringer Menge; oft ist nur eine Spur von ihnen da. Die Destillate von thierischen Körpern zeichnen sich durch Anwesenheit von Ammoniak aus, durch eine grössere Menge von dem organischen flüchtigen Alkali und durch einen Gehalt von Dippel'schem Oele.

### I. Von den Destillaten aus thierischen Körpern.

Bei trockner Destillation geben Leim, Muskelfleisch, Knochen, Haare, Käse dieselben Producte, und diese finden sich alle in dem Oleum animale foetidum. Leim und Fleisch geben aber ausserdem noch eine Base, die sich in Wasser auflöst, einen eigenthümlichen Geschmack besitzt, in Säuren gelöst an der Luft zersetzt wird und nicht so flüchtig ist, wie das weiterhin beschriebene Odorin. Um die eigenthümlichen Stoffe im Oleum animale foetidum aus demselben abzuscheiden, wurde folgendes Verfahren angewandt.

Ein Theil Oel wurde mit $\frac{1}{8}$ Thl. Aetzkali und mit *6 Thl. Wasser* destillirt, und zwar in einer geräumi-

gen kupfernen Blase, weil man in Glasgefäfsen wegen des äufserst starken Aufstofsens der Mischung nur sehr geringe Mengen derselben auf einmal destilliren kann. Hiebei ging ein weifses ätherisches Oel und Wasser über, welche beide mit Schwefelsäure übersättigt (*A*) und dann abermals destillirt wurden, so lange, als die übergehende Flüssigkeit noch Geruch besafs. Auf dem Destillate schwamm reines ätherisches Thieröl. Dieses Oel, dessen Quantität aus späterhin anzugebenden Gründen sehr verschieden seyn kann, riecht etwas anders als Dippel's Oel, weil dieses noch mit Ammoniak und der animalischen Basis verunreinigt ist.

Die saure Flüssigkeit (*A*) *) mit Zinnasche oder Kupferoxyd destillirt, gab eine in Wasser aufgelöste eigenthümliche Basis, von einem Geruche, der zwischen dem des Ammoniaks und dem eines ätherischen Oels in der Mitte liegt. Diese *eigenthümliche Basis* (*B*) wird sehr häufig gebildet und kann deshalb nicht nach der besonderen Substanz, aus welcher sie gewonnen ist, benannt werden. Ich schlage daher vor, sie wegen ihres Geruches *Odorin* zu nennen.

Der Rückstand von der Destillation des Dippelschen Oeles mit Kali, bestand aus einem Theer und einer wässrigen braunen Flüssigkeit. Der Theer wurde mit schwacher Essigsäure ausgezogen und die Lösung durch Kali niedergeschlagen. Diefs gab ein gelbbraunes Pulver (*C*), welches sich durch absoluten Alkohol in zwei Theile zerlegen liefs. Die alkoholische Lösung, wel-

*) Ohne Zweifel die Flüssigkeit (*A*), nachdem das ätherische Thieröl von derselben abdestillirt worden. (F.)

che den gröſseren Theil enthielt, hinterlieſs nach Verdampfung einen gelbbraunen bröcklichen Körper (*D*), der nicht in Waſſer und Kalilauge, wohl aber in den ſchwächſten Säuren, ſelbſt im verdünnten Zuſtande derſelben, auflöslich war.

Was der Alkohol von dem Pulver (*C*) nicht gelöſt hatte, war ein braunrother Körper (*E*), welcher ſich wie der mit (*D*) bezeichnete verhielt, nur daſs er mit Säuren braunrothe Löſungen gab. Dieſer Körper (*E*) wird aus dem mit (*D*) bezeichneten gebildet, wenn deſſen Auflöſung der Luft ausgeſetzt wird. Der Körper (*E*), in Säuren gelöſt, lange Zeit der Luft ausgeſetzt, oder auch im trocknen Zuſtande auf längere Zeit mit derſelben in Berührung gelaſſen, verwandelt ſich in einen braunrothen Körper, der weder in Säuren und Alkalien, noch in Weingeiſt, Aether und Oelen auflöslich iſt, ſondern nur von Vitriolöl in geringer Menge und mit braunrother Farbe aufgelöſt wird.

Der durch Eſſigſäure von den Körpern (*D*) und (*E*) befreite Theer wurde nun mit Waſſer deſtillirt. Er gab, doch immer nur in geringer Menge, ein Oel (*F*) ab, das weniger ſtark als das Dippel'ſche roch, und ſich durch ſeine geringe Flüchtigkeit, ſowohl für ſich, wie bei Gegenwart von Waſſer, auszeichnete. Am ſchnellſten gelangt man zu dieſem Oel, wenn man den Theer für ſich deſtillirt, bis er hart und leicht zerbrechlich wird; doch zerſetzt ſich das Oel hiebei ſchon etwas. Man erhält übrigens auf dieſem Wege eine groſse Menge ziemlich reinen und etwas gelbgefärbten Oeles. Durch Deſtillation des Theers mit Waſſer erhält man das Oel nur ſehr ſchwierig.

Der trockne Rückſtand des Theers wurde mit kalihaltigem Alkohol ausgezogen. Dabei blieb ein brauner Körper zurück, der ſich durch Aether nochmals in zwei andere zerlegen lieſs. Was der Aether gelöſt hatte, war ein harzartiger Körper (*G*), der ſich nicht in Kali und Alkohol, wohl aber in Oelen und Aether auflöſte. Was der Aether nicht gelöſt hatte, war ein eigener, nur in Vitriolöl auflöslicher Körper (*H*), der, wenn zu Anfange der Operation ein kalkhaltiges Kali angewandt wurde, noch ein wenig Harzkalk beigemengt enthielt.

Die mit dem kalihaltigen Alkohol erhaltene Auflöſung wurde mit Waſſer gemiſcht und abgedunſtet. Es ſchied ſich dabei ein zuſammenbackendes Harz (*I*) ab, das in Kali unlöslich, aber in Oelen und Aether auflöslich war. Die wäſſrige Löſung enthielt ein Harz (*K*), das ſich nach Art des Colophons mit Alkalien und Baſen verband. Die vier letzteren Stoffe ſahen braun aus; die feſten Harze waren ſchwarz, in Pulverform oder in Auflöſungen aber braun.

Die wäſſrige kalihaltige Flüſſigkeit des Rückſtandes der Deſtillation vom Dippelſchen Oele wurde filtrirt und, nach Verdünnung mit der doppelten Menge Waſſer, in einem verſchloſſenen Gefäſse mehrere Stunden lang ſtehen gelaſſen. Dann wurde ſie zu mehreren Malen ſchnell hintereinander abgedampft, bis ſie nicht mehr roch und ihr Volumen nur ungefähr das Doppelte des vom angewandten Oleum animale betrug. Hierauf in eine Glasretorte gebracht, wurde ſo lange Schwefelſäure hinzugeſetzt, als ſich noch aus ihr ein ſchwarzer Theer

ausscheiden liess. Jetzt abermals destillirt und unter oft erneuter Hinzufügung von Wasser die Destillation wiederholt, ging eine geringe Menge einer ölartigen Säure über.

Diese Säure (*L*), welche wenig vom Wasser aufgelöst wird, macht das Brenzliche in den Destillaten von thierischen Körpern aus, ist leichter als Wasser und besitzt eine gelbliche Farbe. Man muss sie sogleich in eine Flasche bringen, die ganz von ihr gefüllt wird, weil sie sonst sich schnell zersetzt, eine rothbraune und endlich schwarze Farbe annimmt und eine dicke Consistenz bekommt.

Die in der Retorte zurückgebliebene Flüssigkeit wurde vom Harze abfiltrirt, im Wasserbade verdampft und nun in gewöhnlicher Temperatur mit starkem Weingeist ausgezogen. Dieser, welcher das saure und neutrale schwefelsaure Kali zurückliess, löste eine nicht unbedeutende Menge einer braunen, dem Extractivstoff ähnlichen Substanz auf, der wiederum ein Gemenge zweier einander sehr ähnlicher Körper darstellte. Der eine (*M*) gab mit Eisenoxyd eine schwarze farbige Verbindung, der andere (*N*) eine in der Lösung des salzsauren Eisenoxyds auflösliche Verbindung, deren Farbe der von einer Lösung des schwefelblausauren Eisenoxydes ähnlich sah und im trocknen Zustande pulverförmig war. Der letztere Körper hat einen dem Extractivstoff der Pflanzen etwas ähnlichen Geschmack, schmeckt jedoch auch nach Bernsteinsäure. Er giebt mit Kali und Natron leicht auflösliche und unkrystallisirbare, mit Erden und Metalloxyden hingegen unauflösliche Verbindungen, welche letztere nach den Metalloxyden gefärbt sind.

1. Von den Eigenſchaften des Odorins.

Die neue, einſtweilen Odorin genannte, Subſtanz (*B*) beſitzt den Charakter des Ammoniaks und ſtellt eine farbloſe Flüſſigkeit dar, die etwas ſchwerer beweglich iſt, als Waſſer. Ungefähr 13 Theile Waſſer löſen einen Theil Odorin auf, das übrige bleibt wie ein ätheriſches Oel auf dem Waſſer ſchwimmen. Erwärmt man die geſättigte Löſung, ſo wird ſie milchig; es ſcheidet ſich eine bedeutende Menge von Odorin ab, die ſich bald zu ölartigen Tropfen ſammelt. Wird das Odorin bei gewöhnlicher Temperatur mit der Hälfte ſeines Gewichtes an Waſſer vermiſcht, ſo bildet ſich bald eine klare Auflöſung, die ohne Trübung noch eine gleiche Menge Waſſer aufnimmt. Bei einem etwas gröſseren Zuſatze von Waſſer wird die ganze Löſung trübe und hellt ſich nicht mehr auf; ſetzt man aber noch mehr Waſſer hinzu, ſo wird die Flüſſigkeit wiederum klar und ſtellt nun eine Löſung des Odorins dar, auf welcher noch ein Theil des Odorinhydrates ſchwimmen bleibt. Dieſs Hydrat nimmt in einer niederen Temperatur noch mehr Waſſer auf; in einer höheren giebt es Odorin ab, ſo daſs bei der Siedehitze des Waſſers ſich faſt alles Waſſer des Hydrates am Boden des Gefäſses geſammelt hat. Kalilauge ſcheidet das Odorin ebenfalls aus ſeinem Hydrate ab. In Alkohol iſt das Hydrat auflöslich. Das Odorin grünt das Heidelbeerpapier und macht geröthetes Lackmuspapier wieder blau. Ein mit Salpeterſäure, Eſſigſäure oder einer andern Säure befeuchteter Stab raucht, wenn man ihn über Odorin bringt. Der Geruch dieſes neuen Alkalis ſteht zwiſchen dem von Ammoniak und dem von in-

differenten Körpern; es ist eigentlich nicht mit einem bekannten Geruch zu vergleichen. Säuren, die im Wasser auflöslich sind, machen ihn augenblicklich verschwinden. Das Odorin wirkt nicht giftig.

*Verbindung mit Säuren.* Das Odorin giebt neutrale und saure Verbindungen. Wenn man wasserhaltiges Odorin mit Salzsäure oder Schwefelsäure sättigt, so dass nur noch ein ganz schwacher Geruch von demselben zu spüren ist, und man bringt nun die Flüssigkeit zum Sieden, so wird der Säure ein groser Theil des Odorins entzogen und es bleibt ein saures Salz, welches das Lackmus roth färbt, und durch ferneres Sieden kein Odorin mehr abgiebt. Verdampft man aber die Flüssigkeit bis zur Syrupsconsistenz, so verfliegt ein neuer Theil des Odorins und nun läst sich der Rückstand weit über den Siedepunkt des Wassers erhitzen, ohne etwas abzugeben. Wird derselbe noch mehr erhitzt, so bildet sich der früher mit (*D*) bezeichnete Körper, und das Odorin, was nicht zersetzt worden, verfliegt entweder für sich, z. B. wenn es mit Phosphorsäure verbunden gewesen, oder in Verbindung mit der Säure, wie bei der Schwefelsäure.

Mit Säuren, die im Wasser schwer auflöslich sind, wie Benzoesäure und Boraxsäure, verbindet sich das Odorin nicht.

Die brandsauren und buttersauren Salze, mit schwefelsaurem Odorin erhitzt, gaben ölartige Destillate, welche Verbindungen von Odorin mit Brand- oder Buttersäure sind.

Es ist mir nicht gelungen, die Verbindungen des *Odorins mit* Säuren krystallisirt zu erhalten, sondern

nur als Syrupe, die keine Kryſtalle abſetzen. Die Verbindungen löſen ſich im abſoluten Alkohol in jedem Verhältniſſe auf, ſelbſt die der Weinſteinſäure, wodurch man auch das Odorin vom Ammoniak trennen kann. Sie riechen nicht nach Odorin, wohl aber ſchmecken ſie alle ſehr ſtark nach demſelben, weil ſie ſich im Munde zerſetzen. Das Odorin wird aus ſeinen Verbindungen durch alle Baſen, ſowohl bei der Siedhitze, wie bei gewöhnlicher Temperatur ausgetrieben; dagegen ſchlägt es den früher mit (*D*) bezeichneten Körper aus ſeinen Auflöſungen in Säuren nieder. Das eſſigſaure Odorin läſst ſich mit dem Waſſer verflüchtigen; das ſalzſaure und ſalpeterſaure deſtilliren ebenfalls mit dem Waſſer über.

Mit ätheriſchen Oelen vereinigt ſich das Odorin leicht, ſo auch mit den Harzen und mit dem Körper (*D*); doch ſind dieſe Verbindungen äuſserſt leicht zerſetzbar.

### 2) Von den Eigenſchaften des Fuscins.

Der Name *Fuscin* iſt dem früher mit (*D*) bezeichneten Körper gegeben, weil er eine braune Farbe beſitzt. Das Fuscin iſt pulverförmig, nicht harzartig und läſst ſich nicht ſchmelzen, ſondern verkohlt ſich beim Erhitzen und riecht dabei wie verbranntes Horn. Es iſt in Schwefel-, Salz-, Salpeter- und Eſſigſäure, ſelbſt bei verdünntem Zuſtande dieſer Säuren, leicht auflöslich und bildet gelbbraune Löſungen, die eingedickt nicht kryſtalliſiren, ſondern nur zu bröcklichen, nicht zerflieſslichen Maſſen eintrocknen. Die ſchwefelſaure Verbindung iſt im Alkohol nicht löslich, wohl aber leicht in gewöhnlichem Weingeiſt.

Das Fuscin bildet mit der Benzoësäure und Boraxsäure Verbindungen, die sich nicht im Wasser auflösen, harzartig und schmelzbar sind, eine schwarze Farbe besitzen und von Alkalien und Säuren in basische und saure Verbindungen umgewandelt werden.

Die Auflösungen des Fuscins in Säuren werden an der Luft roth, und setzen einen braunen Körper ab, welcher in Kali, Alkohol und Aether unlöslich ist und demjenigen gleicht, der sich bei der Oxydation des Dippelschen Oels an der Luft bildet. Diese Zersetzung erfolgt ziemlich vollständig in einer Woche. Auch das Fuscin für sich geht an der Luft in diesen Körper über. Das trockne schwefelsaure Fuscin hingegen widersteht dieser Zersetzung fast ganz. Die rothe Flüssigkeit, die nach Ablagerung jenes Körpers übrig bleibt, enthält einen andern Körper von rother Farbe in der Säure aufgelöst. Dieser ist in seinem Verhalten dem gelbbraunen Fuscin gleich, löst sich aber nicht mehr in Alkohol auf.

3. Von den Eigenschaften der Brandsäure.

Der Name *Brandsäure* ist der Säure (*L*) gegeben, weil sie (und mehrere andere ihr ähnliche Säuren) das Brandige der Dämpfe und Oele von unvollständig verbrannten Körpern ausmachen. Diese Säure ist gelblich, dünnflüssig, sehr wenig in Wasser und gar nicht in wasserhaltigen Säuren auflöslich; dagegen löst sie sich in Alkohol in allen Verhältnissen, und auch in Aether und ätherischen Oelen auf, so wie Harze von ihr aufgelöst werden. Ihr Geruch ist brandig und stechend. Sie röthet, vorzüglich in Dunst-

gestalt, das Lackmuspapier, ist aber dennoch nur eine schwache Säure, da sie, weder mit Wasser gemengt, noch in Alkohol gelöst, die Kohlensäure austreibt. Mit den Alkalien, Erden und Metalloxyden giebt sie Verbindungen, die wenig riechen und schwer krystallisiren. Wird die Säure mit Kalilauge vermischt, so erwärmt sie sich stark und löst sich vollkommen auf. Um das Kalisalz neutral zu erhalten, setzt man die Säure in Ueberschuss hinzu. Eingedampft giebt es erst einen Syrup, aus dem sich bei fortgesetztem Verdampfen feine Krystalle absetzen; nach und nach troknet alles zu einer weissen bröcklichen Masse ein, die, ohne zersetzt zu werden, eine ziemlich starke Hitze ertragen kann. Bei sehr starker Hitze wird es schwarz und verwandelt sich in ein buttersaures Kali *). An der Luft zerfliesst das brandsaure Kali leicht; es ist auch leicht in Alkohol und Aether auflöslich. Mit den Erd- und Metalloxydsalzen giebt es Niederschläge, die oft in Wasser etwas auflöslich sind; die mit Metalloxyden sind nach diesen zugleich gefärbt.

Der brandsaure Kalk ist in 15 Theilen Wasser auflöslich und setzt sich beim Kochen theils als Pulver, theils als eine Haut ab. Das brandsaure Kali wird nur durch eine concentrirte Auflösung von salzsaurem Kalk gefällt.

*) Ueberhaupt gehen die Lösungen *aller* Brandsäuren in Kali an der Luft in ein Harz und in eine Säure über, die der Buttersäure ähnlich ist. Deshalb müssen diese Lösungen so schnell wie möglich ausser Berührung mit der Luft gebracht werden.

Brandſaures Kupferoxyd iſt hellgrün und pulverförmig. Durch alle Säuren wird daraus die Brandſäure vollkommen abgeſchieden; durch Alkalien wird es in ein braunes baſiſches Salz verwandelt. Es löſt ſich in ſehr geringer Menge und mit grüner Farbe in Waſſer auf. Die Löſung giebt beim Einkochen an der Luft 1) grünes unverändertes brandſaures Kupfer, 2) eine weiſse Verbindung, und 3) etwas Harzkupferoxyd.

Die weiſse Verbindung enthält eine ölartige Säure, derjenigen ähnlich, welche bei der Oxydation der ätheriſchen Pflanzenöle an der Luft gebildet wird.

Das brandſaure Kupferoxyd löſt ſich ziemlich leicht in Aether, ätheriſchen Oelen und fetten Oelen mit grüner Farbe auf; das in fetten Oelen gelöſte Salz verwandelt ſich beim Kochen in ein Kupferoxydulſalz. Im abſoluten und waſſerhaltigen Alkohol löſt das Oxydſalz ſich ſchwieriger. An der Luft wird das brandſaure Kupferoxyd nicht zerſetzt. Für ſich deſtillirt giebt es erſt ein wenig Waſſer und dann viel Oel. Dieſes beſteht aus 1) einem ätheriſchen Oele, dem des deſtillirten Colophons gleich, 2) Brandſäure, faſt halb ſo viel, wie im zerſetzten Salze zugegen war, 3) einer Spur Butterſäure, 4) einigen bräunlichen Flokken, die in Kali auflöslich ſind, und 5) einer nicht unbedeutenden Menge von Odorin.

Mit dem Fuscin verbindet ſich die Brandſäure durch Fällung eines Fuscinſalzes mit einem brandſauren Salze, die beide neutral und auflöslich ſind. Das brandſaure Fuscin iſt braunſchwarz, harzartig und in Alkohol ein wenig und mit gelber Farbe löslich. *Durch Säuren* wird es in einen graubraunen Körper

verwandelt, der den Säuren widersteht, und durch Alkalien, in Ueberschuſs angewandt, bloſs zu dem vorigen neutralen Salze zurückgeführt wird.

4) Von den bei der Destillation erzeugten Harzen.

Das früher mit (*K*) bezeichnete Harz, welches sich in Kalilauge auflöst, ist für sich schwarz, in der Lösung aber dunkelbraun. Zu den Alkalien, Erden und Metalloxyden, zu Alkohol, Aether und Oelen verhält es sich wie das Colophon. Es enthält Stickstoff in seiner Mischung.

Das in Kali und Alkohol unauflösliche Harz (*G*) giebt, für sich destillirt, folgende Producte: 1) ein wenig ätherisches Thieröl — 2) ein ätherisches Oel, das weit schwerer zu verflüchtigen ist, wie das früher mit (*F*) bezeichnete — 3) ein wenig kohlensaures Ammoniak — 4) ein in Kali auflösliches Harz — 5) ein in Kali unlösliches Harz, das sich dagegen leicht in Alkohol auflöst — 6) ein ebenfalls in Kali unlösliches Harz, das sich nur in siedendem Alkohol auflöst, und aus demselben beim Erkalten in Pulverform herausfällt — 7) viel Fuscin — 8) etwas von dem rothen, in Alkohol unlöslichen, sonst dem Fuscin sehr ähnlichen, Körper — 9) eine Spur Odorin — 10) einen mit dem Waſser schwer zu verflüchtigenden Körper von ölartiger Natur, der von den Säuren, wie andere Basen, gebunden wird, und dem Odorin nah verwandt ist. Er löst sich schwer in Waſser auf, ist leichter wie Waſser, und besitzt nur wenig Geruch.

(Fortsetzung folgt.)

## XI. *Notizen.*

1. *Ueber Jodoxyd und jodige Säure.* Im vorigen Hefte der Annalen hat Hr. Dr. Wöhler gezeigt, daſs man nach der vom Prof. Sementini gegebenen Vorschrift zur Darstellung der jodigen Säure im Wesentlichen nur Chlorjod erhält, was zwar nicht die Möglichkeit der Existenz dieser Säure widerlegt, doch fernere Beweise für dieselbe nöthig macht. Seitdem hat Hr. S. eine neue Untersuchung über die Sauerstoffverbindungen des Jods bekannt gemacht (Giornale di fisica Decad. second. IX. 387) und seiner Angabe nach die jodige Säure auch auf directem Wege erhalten. Hr. S. verband nämlich eine kupferne Röhre mit einer Tubulatretorte, machte beide glühend, und lieſs nun Jod in die Retorte durch deren Hals hineinschütten, während ein Anderer Sauerstoffgas aus einer Blase durch die Röhre trieb und mit dem Joddampf in Berührung brachte. Dadurch wurde in dem Halse der Retorte eine gelbe, durchsichtige, halbfeste Masse erhalten, die bei fortgesetzter Operation die Consistenz eines Oels annahm und von Hrn. S. als Jodoxyd erkannt wurde. Dieſs Oxyd, das nach Hrn. S. durch längeres Erhitzen in einem Strome von Sauerstoffgas zur jodigen Säure wird, soll herbe, ekelhaft schmecken, fast wie jodige Säure riechen, an der Luft gänzlich verfliegen, die Lackmustinktur grün färben, Phosphor und Kalium entzünden, in Alkohol und Wasser mit ambragelber Farbe löslich seyn, und in letzterem gelöst auf Zusatz eines Alkalis diese Farbe verlieren, ohne dabei, wie die jodige Säure, Jod abzusetzen. Diese Eigenschaften nennt Hr. S. distinctive. Sie allein, ohne genaue Bestimmung des Sauerstoffgehalts, können jedoch wohl nicht entscheiden, ob jene Verbindungen neu sind, und da eine solche Bestimmung von Hrn. S. unterlassen ist, so verdienen auch seine Versuche nur in sofern Beachtung, als sie etwa einen Andern zu einer genauen Untersuchung des fraglichen Gegenstandes veranlassen können. (*P.*)

II. *Ueber eine neue Methode zur Darstellung des Kohlenoxydgases; von Hrn. Dumas* (Ann. d. chim. et d. phys. XXXIII. 110). — Diese Methode besteht darin, gewöhnliches Kleesalz mit dem Fünf- bis Sechsfachen seines Gewichts an concentrirter Schwefelsäure zum Sieden zu bringen, und von dem entwickelten Gasgemenge, das zu gleichen Theilen aus Kohlenoxyd und Kohlensäure besteht, die letztere durch Kali zu entfernen. — Wie diese Methode hat *neu* genannt werden können, sehe ich nicht wohl ein; vielmehr scheint sie mir in dem, was Hr. Hofr. Döbereiner über die Zersetzung des Kleesalzes durch Schwefelsäure bekannt gemacht hat, schon gänzlich eingeschlossen zu seyn und nicht bloſs darauf zu beruhen. Hr. Dumas hätte auch von dem nämlichen Chemiker noch eine andere Methode entlehnen können, die in sofern der eben genannten weit vorgezogen zu werden verdient, als sie das Kohlenoxydgas ohne Beimengung von Kohlensäure liefert, und erlaubt, dasselbe in einem continuirlichen Strome anzuwenden. Die Ameisensäure, aus Weinstein und Manganhyperoxyd mittelst Schwefelsäure erzeugt, ist sehr billig, und die mit ihr bereiteten Salze, mit einem Ueberschuſs von concentrirter Schwefelsäure ein wenig erhitzt, geben mit Leichtigkeit eine groſse Menge des reinsten Kohlenoxydgases. Dieſe Methode ist längst von den hiesigen Chemikern angewandt worden, ohne daſs es jemanden eingefallen wäre, sie für neu auszugeben. (*P.*)

# Intelligenz-Blatt.



---



---

Bei *Joh. Ambr. Barth* in *Leipzig* ist erschienen, und an alle Buchhandlungen versandt:

# Der Process der galvanischen Kette

von

## *G. F. Pohl.*

gr. 8. broch. Rthlr. 2. 8 gr.

Der Verfasser hat in diesem Werke eine Theorie des Galvanismus entwickelt, die nicht, wie es mit den bisherigen Versuchen dieser Art der Fall ist, aus einzelnen Erscheinungen, wie aus der Electricität oder den chemischen Wirkungen allein abstrahirt ist; sondern die das Resultat einer allseitigen mannichfaltigen, zum Theil aus ganz neuen Beobachtungen und Versuchen zu Stande gebrachten Anschauung von der Gesammtwirkung der galvanischen Kette in allen wesentlichen Symptomen ihrer Thätigkeit bildet, und die als solche jedem Unbefangenen, der in den innern Zusammenhang der Untersuchungen des Verfassers gründlich eingeht, als die wahre und naturgemässe Ansicht des eigentlichen Wesens der galvanischen Wirksamkeit ansprechen wird. Decken die Darlegungen des Verfassers einerseits namhafte und allgemein verbreitete Irrthümer in der bisherigen Theorie des Galvanismus auf und berichtigen sie: so enthalten sie andererseits einen Reichthum neuer Ansichten und Aufschlüsse über das Wesen des Chemismus, über Electricität, Magnetismus und Krystallbildung, und ist durch sie ein Standpunkt gewonnen und gesichert, von welchem aus Licht und Fruchtbarkeit über die wichtigsten Zweige der Naturwissenschaften nach allen Richtungen hin verbreitet werden kann, so wie die Physiologie durch sie den Galvanismus nun in eine bestimmte bisher nur dunkel geahnete Bedeutung treten sieht. Ich erlaube mir daher alle Physiker, Chemiker und Krystallographen, alle Physiologen und denkende Aerzte, alle Freunde der Naturwissenschaften auf diese sich durch Gehaltfülle und Klarheit auszeichnende, wichtige und unentbehrliche Schrift aufmerksam zu machen.

---

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1826, EILFTES STÜCK.

# I.

## Ueber die Schwefelsalze;

von

J. J. Berzelius.

(Fortsetzung der im Bd. 83. S. 288 abgebrochenen Abhandlung.
Aus den Kongl. Vetensk. Acad. Handl. für 1826. Thl. I.)

### V. Wolframschwefelsalze.

Die beste Art, diese Salze hervorzubringen, ist die: ein Sauerstoffsalz mit Schwefelwasserstoff zu zersetzen. Gleichwohl geht es gegen das Ende sehr langsam mit der Zerstörung der letzten Antheile des Sauerstoffsalzes. Vermischt man die so erhaltene Auflösung mit einer Säure und setzt sie in Ueberschuss hinzu, so entsteht ein leberbrauner Niederschlag und die saure Flüssigkeit ist gelb. Dieser Niederschlag ist *Wolframschwefel* (Wolframsvafla). Er gleicht im Ansehen sehr dem Molybdänschwefel (Molybdänsvafla), übertrifft denselben aber an Auflöslichkeit in Wasser, die selbst bei einem bedeutenden Ueberschuss an freier Säure nicht aufgehoben wird. Sobald die gelbliche saure Flüssigkeit durchgegangen ist, wird, während des Auswaschens, das Durchgehende immer mehr und

mehr gefärbt, und warmes Wasser färbt sich noch stärker als kaltes. Die Auflösung wird wieder gefällt, sowohl von freier Säure, wie von Salmiak. Wird das Waschwasser in einem flachen Glasgefäſse verdunstet, so hinterläſst es auf demselben einen Ueberzug, der in dünnen Kanten durchscheinend und gelblich, in der Mitte aber schwarzbraun und zu einem groben Pulver zersprungen ist, welches einen guten Theil seiner früheren Löslichkeit in Wasser verloren hat. Kocht man einen mit Säure gefällten Wolframschwefel, so wird er dunkler von Farbe und endlich schwarzblau, vermuthlich weil die kleinsten Theile näher zusammenrücken; dadurch wird er aber nicht unlöslich beim Auswaschen. Getrockneter Wolframschwefel ist fast schwarz, giebt aber ein Pulver, dessen Farbe der des frisch gefällten gleicht. In einem Destillationsgefäſse erhitzt, giebt er Schwefel und läſst graues Schwefelwolfram zurück. Gewöhnlich erhält man unter den Producten der Destillation auch Wasser und Schwefelwasserstoff. Es ist schwer zu entscheiden, woher der letztere entsteht. Entweder enthält der gefällte Wolframschwefel Schwefelwasserstoff in chemischer Verbindung, welcher nicht durch Auswaschen und Trocknen völlig ausgetrieben wird, oder der Wolframschwefel zersetzt einen Theil des anhängenden Wassers. Eine Portion Wolframschwefel, welche auf dem Filtrum ein paar Mal mit Wasser übergossen worden, wurde in einer Retorte mit Wasser gemengt und gekocht, und das Gas, das sich entwickelte, über Quecksilber aufgefangen. Es war Schwefelwasserstoffgas, dessen Menge aber einer bestimmten Verbindung *mit dem* Wolframschwefel, der sich meist beim Ko-

chen in Waſſer löſte, nicht zu entſprechen ſchien. Es lieſse ſich indeſs aus dieſem Verſuche der Schluſs ziehen, daſs der Wolframſchwefel, in statu nascenti, ſich mit dem Schwefelwaſſerſtoff verbinden könnte, und dieſer hernach durchs Auswaſchen und durch Berührung mit der Luft allmälig abgeſchieden würde, und daſs ein verſchiedentlicher Gehalt an Schwefelwaſſerſtoff die Urſache der verſchiedenen Farben wäre, mit der der Wolframſchwefel gefällt wird; doch habe ich darüber keine entſcheidende Verſuche. Wird der Wolframſchwefel aus einem Salze gefällt, das eine Einmengung von einem wolframſauren Salze enthält, ſo bekommt der Niederſchlag eine hellere, braune, ſich ins Rothe ziehende Farbe; und derſelbe wird nicht ſchwarz beim Kochen. Nach dem Trocknen giebt er beim Glühen ſchweflige Säure und hinterläſst ein graublaues Schwefelwolfram, welches Wolframſäure eingemengt enthält. Dieſs läſst vermuthen, daſs eine chemiſche Verbindung zwiſchen der Säure und dem Schwefelmetall Statt findet, aber dem bloſsen Anſehen nach kann dieſe nicht von dem reinem Wolframſchwefel unterſchieden werden. Ein geringer Antheil Wolframſchwefel theilt ſeine Farbe einer groſsen Menge von Wolframſäure mit. Die ſaure Flüſſigkeit, aus der ſie zuſammengefällt worden, iſt gelb. Sie wird durch Zuſatz von Ammoniak im Ueberſchuſs grün, und giebt, wenn alsdann Salzſäure hinzugeſetzt wird, einen blauen Niederſchlag, der wolframſaures Wolframoxyd iſt und der beim Trocknen faſt weiſs wird.

Der Wolframſchwefel löſt ſich träge im kauſtiſchen Kali auf; die Löſung iſt tief dunkelbraun und

erhält niemals so reine Farben, wie die mit Schwefelwasserstoff bereiteten Salze. Durchs Kochen in einem offenen Gefäße bleicht die Farbe aus, wird grün und endlich gelb; das Salz ist dann gröstentheils oxydirt. Kohlensaures Kali löst es, ohne Mithülfe der Wärme, so wie ohne Entwicklung von Kohlensäuregas, zu einer dunkelbraunen Flüssigkeit auf, die beim Kochen Kohlensäure giebt; d. h. der Wolframschwefel verwandelt die eine Hälfte des Kali in doppelt kohlensaures und die andere in ein wolframgeschwefeltes Salz mit Ueberschuss an Wolframschwefel. Beim Kochen wird das erstere zersetzt. Von wasserstoffgeschwefelten Salzen wird es bei Digestion unter Austreibung von Schwefelwasserstoffgas aufgelöst. Kaustisches Ammoniak löst den trocknen Wolframschwefel sehr träge auf, den frisch gefällten etwas leichter.

Eine dem Uebermolybdänschwefel entsprechende Verbindung zwischen Wolfram und Schwefel habe ich nicht hervorbringen können, weder als wolframgeschwefeltes Schwefelkalium mit mehr frischgefälltem Wolframschwefel gekocht, noch als dieses Salz mit kleinen Quantitäten von Chlor oder Jod versetzt, noch als Wolframschwefel mit einer Lösung von Hepar gekocht wurde. Wenn die Lösung, aus der Wolframschwefel gefällt wird, Hepar enthält, so bekommt man einen helleren Niederschlag, der, gleich dem Gemische von Wolframschwefel mit Wolframsäure, beim Auswaschen einen Stich ins Rothe annimmt, aber niemals habe ich aus dieser übergeschwefelte Salze erhalten können, wenn ich sie mit Salzbasen *behandelte.*

Die wolframgeschwefelten Salze schmecken hepatisch. Die auflöslichen sind gelb, brandgelb, oder roth. Die neutralen können Wolframschwefel in Ueberschuss auflösen und geben dann der Flüssigkeit eine dunkelbraune Farbe. Dieselbe bekommt man durch allmäliges Zusetzen einer Säure. Die neutralen auflöslichen wolframgeschwefelten Salze zersetzen sich sehr langsam an der Luft und können bei gelinder Wärme an offner Luft zur Krystallisation abgedunstet werden. Die Farbe der Lösung wird allmälig helle, während sich theils Wolframschwefel, theils Schwefel absetzt, und ein wolframsaures und ein schwefelsaures Salz gebildet wird. Wenn die Flüssigkeit überschüssige Basis enthält, geschieht die Zersetzung sehr rasch und es wird nichts gefällt. Von Metalloxyden werden diese Salze völlig wie die molybdängeschwefelten zersetzt.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelkalium.* Neutrales wolframsaures Kali wurde durch Schwefelwasserstoff zersetzt und die brandgelbe Lösung im luftleeren Raume über Pottasche getrocknet. Bei einer gewissen Concentration schoss das Salz in zarten gelben Krystallen an. Diese wurden mit Hülfe der Wärme in der Mutterlauge aufgelöst und der freiwilligen Verdunstung an offner Luft überlassen; es wurden dabei platte vierseitige Prismen mit zweiflächiger Zuschärfung und von einer blassrothen Farbe erhalten. Dieses Salz enthält kein Krystallisationswasser. Es schmilzt ohne sich zu zersetzen, wenn der Zutritt der Luft abgehalten wird: die geschmolzene Masse ist dunkelbraun und nach dem Erkalten brandgelb. Sie löst sich ohne Rückstand wieder in Wasser auf. Die concentrirte Auflösung dieses Salzes ist schön brandgelb.

Sie wird von Alkohol gefällt und setzt nach einer Weile kleine, zarte, zinnoberrothe Prismen ab. Es ist indess in einem geringen Grade in Alkohol auflöslich.

Die genaue Analyse der wolframgeschwefelten Salze hat, wegen der grossen Löslichkeit des Wolframschwefels in Wasser, ihre Schwierigkeit. Ich habe indess gefunden, dass, wenn das Salz mit Königswasser zersetzt und damit bis zur anfangenden Zersetzung des Wolframschwefels digerirt wird, dieser sich dann nicht mehr auflöst, wenn das Filtrum mit Wasser gewaschen wird, das zuvor mit ein wenig freier Salzsäure vermischt worden. Wenn hernach die durchgegangene Flüssigkeit mit Schwefelsäure vermischt, verdunstet und das Salz geglüht wird, so erhält man die Menge der Basis. Die des Wolframschwefels wird erhalten, indem man diesen zu Wolframsäure verbrennt und aus deren Gewicht berechnet. Auf diese Weise habe ich die Analysen einiger dieser Salze angestellt und eine brauchbare Annäherung erhalten. Das hier in Rede stehende gab auf 100 Thl. Salz, getrocknet in Pulverform, 58,5 Thl. Wolframsäure, und 44,3 Thl. schwefelsaures Kali. Neutrales wolframgeschwefeltes Schwefelkalium, $KS^2 + 2WS^3$, soll, der Berechnung nach, 59,6 Thl. Wolframsäure und 43,6 Thl. schwefelsaures Kali hervorbringen. Man sieht, dass die Analyse damit übereinstimmt, und dass das Wenige, was an der Wolframsäure fehlt, einen entsprechenden Ueberschuss vom Kalisalz gegeben hat.

Dieses Salz giebt zwei Doppelsalze von einer besonders interessanten Beschaffenheit, weil sie zeigen,

dass Schwefelsalze und Sauerstoffsalze sich chemisch mit einander verbinden können.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelkalium* mit *salpetersaurem Kali*. Als ich bei einem meiner Versuche das Wolfram-Mineral durch kohlensaures Kali, vermischt mit ein wenig Salpeter, zersetzte, um Wolframsäure zu erhalten, bekam ich aus der mit Schwefelwasserstoff zersetzten Auflösung, beim Abdunsten im luftleeren Raume, ein rubinrothes Salz von besonders schöner Farbe, welches, wiederum aufgelöst und an der Luft dem freiwilligem Verdunsten ausgesetzt, in grossen, schönen, glänzenden, rubinrothen, durchsichtigen Krystallen von einer sehr zusammengesetzten Form anschoss. Diese Krystalle machen das in Frage stehende Doppelsalz aus. Als ich eine kleine Portion davon in einem Glasrohr erhitzte, verpuffte das Salz, bei anfangendem Schmelzen, und liess eine blassgelbe, in Wasser vollkommen auflösliche Masse vom wolframgeschwefelten und wolframsauren Salze zurück. Gepülvert und auf einem Platinblech erhitzt, verbrannte es wie Schiesspulver und hinterliess auf dem Platin das gelbe Salz. — Um zu entdecken, ob dieses Salz den Salpeter nur mechanisch eingemengt enthielt, wurde es aufgelöst und mehrmals umkrystallisirt, aber ohne sich zu verändern. Als dagegen die Auflösung dieses Salzes mit Kupferoxydhydrat behandelt wurde, erhielt man in der Lösung ein schwefelfreies Salz, das bei freiwilligem Verdunsten Salpeter und wolframsaures Kali in gesonderten Krystallen absetzte. Dieses Salz wird sowohl von Schwefelsäure, wie von Salzsäure unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas zersetzt und ohne dass Stick-

ſtoffoxydgas entwickelt wird, eher als man das Gemiſch erhitzt, wobei zugleich ein Theil des gefällten Wolframſchwefels ſeine Farbe ändert und gelb wird. Dieſes Salz iſt ſehr leicht löslich in Waſſer und faſt eben ſo leicht löslich im kalten, wie im ſiedenden. Die geſättigte Löſung iſt ſchön und tief roth und wird von Alkohol kryſtalliniſch gefällt. Die Auflöſungen verſchiedener Salze, die von dem einfachen Salze zerſetzt werden, werden nicht von dieſem zerſetzt. Wenn man es z. B. mit einer Auflöſung von Chlorbarium vermiſcht und dem Anſchieſsen überläſst, ſo wird jedes dieſer Salze für ſich erhalten, kein Chlorkalium gebildet, und das verpuffende Salz giebt nach der Verbrennung keinen ſchwefelſauren Baryt. Dieſes Salz enthält kein Kryſtallwaſſer.

100 Thl. von dieſem, auf die oben angeführte Art zerlegt, gaben 46,8 Thl. Wolframſäure, und 52,6 ſchwefelſaures Kali. Wenn das Salz aus einem Atome Salpeter und zwei Atomen wolframgeſchwefeltem Schwefelkalium $\ddot{K}\,\overset{.:.}{A}A^2 + 2(KS^2 + 2WS^3)$, beſteht, ſo muſs es, der Rechnung nach, 47,7 Thl. Wolframſäure und 52,5 Thl. ſchwefelſaures Kali geben, womit auch das Reſultat der Analyſe, ſo nahe als man erwarten kann, übereinſtimmt *).

*) Ich verſuchte, das in Waſſer gelöſte molybdängeſchwefelte Schwefelkalium mit einer Löſung von Salpeter zu vermiſchen und alsdann der freiwilligen Verdunſtung zu überlaſſen. Das angeſchoſſene Salz, worunter hie und da ein Salpeterkryſtall erſchien, glich bloſs dem molybdängeſchwefelten Salze, war roth beim Hindurchſehen und grün im Widerſchein, verpuffte aber, erhitzt, mit noch mehr Heftigkeit, als das Wolframſalz.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelkalium* mit *wolframsaurem Kali.* Bei Bereitung des wolframgeschwefelten Schwefelkaliums erhält man nach Verdunsten oft ein citrongelbes Salz in rechtwinkligen vierseitigen Tafeln angeschossen. Dieses Salz, das Krystallwasser enthält, wird dunkler gelb und undurchsichtig, wenn es erhitzt wird, und schmilzt bei anfangendem Glühen ohne zersetzt zu werden, sobald der Zutritt der Luft gehindert wird. Es löst sich leicht in Wasser auf zu einer citrongelben Flüssigkeit, die nicht von Alkohol gefällt wird und die nicht Mangansalze trübt. Durch Zusatz von Säure wird die Auflösung brandgelb oder roth. Deshalb hielt ich dieses Salz im Anfange für ein basisches; als ich es aber analysirte, fand ich darin nahe dieselben Verhältnisse unter den Bestandtheilen, wie in dem neutralen Salze. Diess gab nämlich 0,58 Wolframsäure und 0,377 Chlorkalium,

Die Krystalle waren schiefe 4seitige Prismen mit 4flächiger Zuspitzung. Als sie aufs Neue bis zur Sättigung in siedendem Wasser aufgelöst und unter einer langsamen Erkaltung dem Anschiefsen überlassen wurden, krystallisirte jedes Salz für sich heraus, der Salpeter aber blass fleischroth und das Schwefelsalz, welches sein Vermögen zu verpuffen gänzlich verloren hatte, mit dem schönsten grünen Metallglanz. — Diese Doppelsalze von einem Sauerstoffsalze mit einem Schwefelsalze gehören ganz zu der nämlichen Klasse von Verbindungen, zu der die Doppelsalze von einem Haloïdsalze mit einem Sauerstoffsalze gehören, z. B. die von Wöhler entdeckten Verbindungen von Cyansilber mit salpetersaurem Silberoxyd, und die von Cyanquecksilber mit demselben Salze. Sie liefern noch einen Beweis mehr von der Richtigkeit derjenigen Ansicht, die sie alle unter dem gemeinschaftlichen Namen von Salzen zusammenstellt.

ein gelbes Salz in rechtwinklig vierseitigen Tafeln, die vollkommen dem entsprechenden Kalisalze gleichen und welche folglich wolframsaures Ammoniak zu enthalten scheinen. Bei trockner Destillation verhält es sich wie das vorhergehende und läfst graues Schwefelwolfram zurück.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelbarium* erhält man sehr langsam, wenn das neutrale Sauerstoffsalz, gemengt mit Wasser, einem Strome von Schwefelwasserstoff ausgesetzt wird. Man erhält eine citrongelbe Flüssigkeit, die, nach freiwilliger Verdunstung, einen gelben, blättrig krystallinischen, durchsichtigen Ueberzug auf dem Glase zurückläfst. Die Auflösung wird nicht von kaustischem Ammoniak gefällt. Wird frisch gefällter Wolframschwefel durch Kochen in Schwefelbarium aufgelöst, so erhält man eine gelbe Masse, die ohne alle Zeichen von Krystallisation eintrocknet. Mit Ueberschuss von Wolframschwefel giebt sie einen braunen Firniss. Wasserstoffgeschwefeltes Schwefelbarium wird selbst im Kochen träge vom Wolframschwefel zerlegt.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelstrontium* erhält man ganz leicht und in Menge durch Zersetzung des neutralen, in Wasser eingerührten Sauerstoffsalzes mit Schwefelwasserstoffgas. Die Auflösung ist gelb und giebt citrongelbe strahlige Krystalle. Sie wird nicht vom kaustischen Ammoniak getrübt. Mit Ueberschuss an Wolframschwefel erhält man ein braunes Salz, das zu einem Syrup eintrocknet.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelcalcium* erhält man auf dieselbe Weise, wie das vorhergehende. Es *schiefst nicht* an und trocknet zu einer blafsgelben

Masse ein. Es löst sich in Wasser leicht und in Alkohol etwas. Mit überschüssigem Wolframschwefel erhält man eine rothbraune Verbindung, die auch nicht anschiesst. Kaustisches Ammoniak fällt daraus ein hellgelbes Pulver, das ein basisches Salz ist.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelmagnesium* wird auf gleiche Weise wie das vorhergehende erhalten. Die Lösung zersetzt sich leicht an der Luft, aber im luftleeren Raume trocknet sie zu einem Firniss ein, der sich mit Leichtigkeit wieder in Wasser auflöst. Es ist auch leicht löslich in Alkohol. Mit Wolframschwefel in Ueberschuss ist die Verbindung braun und schiesst nicht an. Ammoniak fällt ein hellgelbes, pulverförmiges, basisches Salz.

Da die oben beschriebenen Salze der Radicale von alkalischen Erden gelb sind und nicht roth, so muss ich es unentschieden lassen, in wiefern sie nicht Doppelsalze mit ihrem entsprechenden Sauerstoffsalz sind.

Neutrale Salze von *Beryllerde*, *Yttererde* und *Thonerde* werden weder von dem einfachen wolframgeschwefelten Schwefelkalium, noch von dem citrongelben Doppelsalze gefällt. Es ist daher glaublich, dass sie alle lösliche wolframgeschwefelte Salze geben, zumal auch etwas concentrirte Lösungen klar bleiben.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelzirconium* bildet einen braungelben Niederschlag.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelmangan* ist leicht auflöslich in Wasser; die Lösung ist gelb.

*Wolframgeschwefeltes Schwefeleisen.* Das neutrale Kaliumsalz zersetzt das schwefelsaure Eisenoxydul und erzeugt ein mit dunkelgelber Farbe in Wasser auflösliches Salz. — Das gelbe Kalium-Doppelsalz färbt die Lösung des Eisensalzes schwarzbraun, ohne etwas zu fällen.

*Wolframgeschwefelter Eisenschwefel* bildet einen voluminösen dunkelbraunen Niederschlag, der bald zu einem leberbraunen Klumpen zusammensintert und sich dann nicht weiter verändert. Das gelbe Salz giebt einen helleren Niederschlag, der sich in einigen Tagen in der Flüssigkeit zersetzt und weiss wird.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelkobalt* bildet eine dunkelbraune nur in den Kanten durchsichtige Flüssigkeit, die nach 24 Stunden einen schwarzen Niederschlag absetzt.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelnickel* verhält sich eben so.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelzink* fällt sich erst nach 24 Stunden und bildet dann ein blassgelbes Pulver.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelkadmium* fällt sogleich in Form eines schön citrongelben Pulvers nieder.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelcerium* bildet erst nach 24 Stunden einen hellgelben Niederschlag. Mit dem gelben Doppelsalze entsteht der Niederschlag sogleich.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelchrom* ist zu ei-

nem gewissen Grade in Wasser auflöslich und setzt einen geringen grünbraunen Niederschlag ab.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelzinn* ist ein flokkiger, brauner, voluminöser Niederschlag. *Wolframgeschwefelter Zinnschwefel* wird in Form von graugelben Flocken gefällt.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelwismuth* ist ein dunkelbrauner Niederschlag.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelblei* ist ein dunkelbrauner Niederschlag, der gesammelt fast schwarz ist. Der Niederschlag mit dem gelben Doppelsalze ist schmuzig brandgelb und bleibt auch so, nachdem er sich gesammelt hat.

*Wolframgeschwefelter Kupferschwefel* ist ein leberbrauner Niederschlag, der gesammelt dunkelbraun wird und auch so bleibt. Mit dem gelben Doppelsalze ist der Niederschlag dunkler und gesammelt schwarz.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelquecksilber* ist ein schwarzer Niederschlag.

*Wolframgeschwefelter Quecksilberschwefel* fällt in schön brandgelben Flocken nieder. Ein Ueberschuss von wolframgeschwefeltem Schwefelkalium macht den Niederschlag schwärzer, und durch einen Ueberschuss von Quecksilberchlorid wird er in wenigen Augenblicken weiss. Die neutrale Verbindung abgesondert, bleibt unverändert. Beim Trocknen wird sie dunkler und endlich gelbbraun. Zu Pulver zerrieben, wird sie dunkelroth und nimmt Politur von der Pistille an. Bei Destillation giebt sie Schwefel und

Zinnober, und Schwefelwolfram bleibt zurück. Der Niederschlag mit dem gelben Doppelsalze gleicht dem eben genannten; das Pulver desselben läst sich aber nach dem Trocknen nicht zusammendrücken und wird nicht glänzend. Bei Destillation giebt er einen lang anhaltenden Strom von schwefligsaurem Gase.

*Wolframgeschwefeltes Schwefelsilber* ist ein dunkelbrauner Niederschlag, der bald schwarz wird. Bei Destillation giebt er Schwefel und wird bleigrau, metallisch glänzend.

*Wolframgeschwefelter Platinschwefel* giebt eine tief dunkelrothe Flüssigkeit, welche eine Zeit lang klar bleibt, aber bald einen schwarzen Niederschlag absetzt.

*Wolframgeschwefelter Goldschwefel* bildet eine tief dunkelbraune, durchsichtige Auflösung, die, der offnen Luft ausgesetzt, nach ein Paar Tagen einen durchscheinenden Niederschlag giebt, der gesammelt schwarz wird.

(Beschluss im nächsten Heft.)

# II.

## Ueber die Festigkeit der Körper;

von

H. F. Link.

(Beschluſs.)

4.

Absolute Festigkeit nennen wir den Widerstand, welchen die Körper äuſsern, wenn eine Kraft die Theile derselben in gerader Linie von einander zu entfernen strebt. Da die Kenntniſs dieser Festigkeit für die Ausübung von groſser Wichtigkeit ist, so hat man viele Versuche darüber angestellt. Die Anwendung dieser Versuche gründet sich auf den Satz, daſs sich die absolute Festigkeit gleichartiger Körper verhalte, wie die Fläche, in welcher der Widerstand geschieht. Aber geradezu bestätigt die Erfahrung diesen Satz nicht. Ueber dieses Verhältniſs, so wie über den Zusammenhang überhaupt, hat schon Musschenbroeck in einer noch immer klassischen Abhandlung viele Versuche angestellt *). Er machte seine Versuche an Metalldrähten, da sie an Holz zu groſse Schwierigkeiten haben. Er zeigt, daſs alle Drähte sich vor dem Zerreiſsen verlängern, und daſs die Rechnung weit mehr mit den Erfolgen übereinstimmt, wenn man sie nach den Flä-

*) Introductio ad cohaerentiam corporum firmorum in Diss. physic. et mathemat. Lugd. Bat. 1729. 4.

chen vor der Verlängerung macht, als nach den Flächen, welche beim Zerreißen durch die Verlängerung entstanden sind. Er zeigt ferner, daſs die Erfolge weit genauer mit der Rechnung übereinstimmen bei nicht zähen Metallen, Blei und Zinn, als bei zähen Metallen, Eisen, Silber, Gold. Endlich findet er bei Betrachtung der Versuche, daſs bei Drähten von gröſserem Durchmesser der Zusammenhang geringer ist, als sie die Rechnung giebt; bei Drähten von kleinerem Durchmesser hingegen gröſser.

Auch in seinem gröſseren Werke über die Physik hat Musschenbroeck viele Versuche über die absolute Festigkeit erzählt *). Es war ihm mehr darum zu thun, die Gröſse des Zusammenhangs der festen Körper überhaupt zu erforschen, als das oben gegebene Verhältniſs zu bestätigen. Die Versuche mit Metalldrähten zeigen, wie viel auf die Reinheit derselben ankomme. Die Versuche mit Seilen lehren, daſs die Seile etwas gedreht seyn müssen, damit sie die gehörige Stärke haben, aber auch, daſs sie nicht zu stark gedreht seyn müssen, weil sie dann wiederum schwächer werden. Du Hamel hatte schon Versuche darüber angestellt und in seiner art de corderie erzählt. In neuern Zeiten sind wiederum Versuche mit rundgewobenen Seilen gemacht worden **). Die Stärke des Holzes fand Musschenbroeck sehr verschieden, nachdem es aus der Mitte des Stammes, oder vom Um-

*) Introduct. ad Philosoph. natural, L. B. 1762. T. I. p. 19. 21.

**) Ueber die Stärke rundgewobener Seilen von M. G. Rappolt, Tübing. 1795.

fange genommen war. Er stellte ferner viele Versuche über die Stärke der Tücher, der Felle, des Papiers und der Knochen an.

Die Versuche, welche Graf von Sickingen über den Zusammenhang verschiedener Metalle gemacht und in seinem Werke über die Platina beschrieben hat, sind mit einer grossen Genauigkeit und einem besonders dazu erdachten und verfertigten Instrumente angestellt *). Er fand die Stärke der Metalle in folgender Reihe: Sehr sprödes Eisen, Messing, wenig sprödes Eisen, Kupfer, Platin, Silber, Gold. Musschenbroeck hatte diese Folge ganz anders gefunden, nämlich: Gold, Eisen, Messing, Silber, Kupfer, wo man sogleich sieht, dass irgendwo ein Fehler sich eingeschlichen hat. Sickingen hat seine Versuche nur mit Drähten von geringem Durchmesser angestellt, daher auch Karsten ihrer nicht umständlich erwähnt. In einem Versuche fand Sickingen, dass ein längerer Platinfaden mehr trug, als ein kurzer, welches Guyton Morveau mit Recht nur für einen Zufall hält. Aber mit Unrecht tadelt dieser, dass Sickingen nur die äussersten Gränzen, nicht den mittlern Zusammenhang gesucht habe, welches doch keineswegs immer der Fall ist (S. 115).

Karsten hat in einer Abhandlung **) die Versuche über die Festigkeit der Metalle, besonders des Eisens, sowohl die ältern als die neuern, sorgfältig gesammelt und gründlich beurtheilt. Die Abhandlung ist für die

*) Versuch über die Platina, Manheim 1782. 8. S. 112 folg.

**) S. dessen Archiv für Bergbau u. Hüttenwesen, B. 10. H. 1.

Ausübung geschrieben, doch nimmt der Verf. überall auf die Theorie Rücksicht, welche nur ein Gegenstand dieser Untersuchung seyn kann. Wir werden auf diese theoretischen Bemerkungen wieder zurückkommen.

Man kann sich jeden festen Körper in Rücksicht auf die absolute Festigkeit vorstellen, als bestände er aus Fasern, welche sollen zerrissen werden. Die Theile mögen noch so verwirrt liegen, immer wird sich eine Reihe von Theilen der Länge nach durch den ganzen Körper hin denken lassen; allerdings hier und da durch Zwischenräume unterbrochen. Es kommt nun zur Bestimmung der Festigkeit auf folgende drei Angaben an: 1) auf deren Zusammenhang in jeder einzelnen Faser, der grösser oder geringer, elastisch oder unelastisch seyn kann, 2) auf die Menge der Fasern in einem Querschnitte des Körpers, wo er reissen kann, und 3) wenn die Trennung nicht in einem Querschnitte zugleich und auf ein Mal geschieht, auf die Reibung der Theile aneinander, oder vielmehr auf den Druck, den ein Theil seitwärts auf den andern leistet. Da hier drei Factoren sind, so läfst sich also aus dem Versuche nicht auf den Zusammenhang oder den ersten Factor schliessen. Der Satz, dafs sich die absolute Festigkeit gleichartiger Körper verhalte wie die Fläche, in welcher der Widerstand geschieht, setzt voraus, dafs sich die Lage der Theile bei der Bearbeitung der Körper in Stücken mit grofsen und kleinen Widerstandsflächen nicht ändere. Zu diesen Schwierigkeiten, die Erfolge der Versuche richtig zu bestimmen, kommt noch hinzu, dafs beinahe alle Körper sich vor dem Zerreifsen ausdehnen. Diese Aus-

dehnung kann nicht allein Folge der Elasticität seyn, denn die Theile kehren nach dem Zerreissen nicht in die vorige Lage zurück, sondern sie muss dadurch entstehen, dass sich einzelne Theile von den übrigen trennen und allein hervorgezogen werden.

Karsten sagt (a. a. O. S. 14): Es scheint, dass die Grösse der Ausdehnung bei stärkeren Belastungen nicht bloss mit den ziehenden Kräften in Verhältniss stehe, sondern dass sie auch von der Grösse des Querschnittes abhängig wird, indem bei grösseren Querschnitten verhältnissmäsig schwächere Belastungen häufig schon stärkere Verlängerungen oder Ausdehnungen des Eisens hervorbringen. Er schreibt dieses den Veränderungen zu, welche das Eisen bei der Bearbeitung erleidet, und wie es scheint mit Recht. Mit der obigen Bemerkung hängt die Erfahrung zusammen, dass Stabeisen von geringerem Durchmesser verhältnissmäsig eine grössere Stärke zeigt (S. 44). Die Ausdehnung entsteht wahrscheinlich dadurch, dass einzelne Theile sich von den übrigen trennen, denn wäre sie eine Folge der Elasticität, so würden sich die Theile nach aufgehobener Wirkung der Kraft wieder herstellen, welches doch nicht der Fall ist. Dünne Stangen und Drähte werden aber bei der Bearbeitung mehr zusammengepresst, als dicke, und so wird die Stärke grösser, und auch das Hinderniss der Ausdehnung. Da nur einzelne Fasern reissen, so lassen sich daraus die Abweichungen in den Verhältnissen der Längenausdehnung zur Fläche des Querschnitts sowohl (S. 15. 16), als zur Festigkeit selbst (S. 17) und endlich zur ziehenden Kraft (S. 17) wohl erklären.

Daſs die Faſern an einigen Stellen eher reiſsen, oder vielmehr, daſs die Theile an einigen Stellen ſich eher von einander ſondern, als an andern, iſt zu erwarten. Wenig Körper beſtehen aus aneinander hängenden Faſern, ſo nämlich, daſs der Zuſammenhang von einem Ende des Körpers bis zum andern gleichförmig bleibt. Die vegetabiliſchen Körper enthalten allerdings gleichförmige Faſern, auch iſt der Theil, der beim Flachs und Hanf zum Halten der Laſten angewandt wird, allein daraus zuſammengeſetzt, und ſelbſt im Holze trägt dieſer faſt nur allein, indem das eingemengte Zellgewebe in einer auf den Faſern beinahe ſenkrechten Richtung liegt, alſo zur Feſtigkeit nichts beitragen kann, auch die Spiralgefäſse im Zuſtande der Verholzung ſo zart geworden, daſs ſie nur als längslaufende Lücken anzuſehen ſind, mithin den Zuſammenhang der Faſern nicht unterbrechen. Aber unterſucht man dieſe Faſern oder Faſergefäſse mikroskopiſch, ſo findet man, daſs ſie an den Enden nicht mit einander verknüpſt ſind, ſondern nur neben einander liegen; eine Art der Verbindung, welche dieſen Faſergefäſsen, ſo wie den ſehr ähnlichen Baſtzellen eigenthümlich iſt. Ja es iſt ja bekannt, daſs die Seile aus loſem Hanf zuſammengedreht werden, ſo daſs nur die Faſern mit ihren Enden an einander und um einander liegen. Treffen nun viele Stellen in einem Querſchnitte zufällig zuſammen, wo viele Faſern nur an einander liegen, ſo wird dort früher als an andern Stellen ein Riſs geſchehen. Darum iſt auch einiges Drehen der Stücke nothwendig, um die ſchwachen Stellen durch den Druck zu befeſtigen, wenn *gleich ein* zu ſtarkes Drehen viele Faſern zerreiſsen

mag und das Tränken mit Pech einen andern nicht fasrigen zerbrechlichen Stoff hineinbringt.

Eben so bestehen die unorganischen fasrigen Körper meistens nicht aus aneinander hängenden Fasern, sondern aus Blättchen, welche durch ihre Schichtung Fasern darstellen. Die weichen Metalle scheinen ihr fasriges Gewebe erst durch einen Zug zu erhalten, welchem die Theile folgend sich in eine Faser reihen. Man sieht dieses deutlich am Golde, worin das Mikroskop nur dann Fasern entdeckt, wenn es gezogen wird, und diese Fasern zeigen sich auch nur an der Oberfläche. Also auch hier ist die Anordnung der Theile in einer Faser nicht ununterbrochen, und wenn mehrere solcher Unterbrechungen zufällig neben einander liegen, wird dort der Körper eher reissen, als anderwärts. Wo das Gewebe der Körper gar nicht fasrig, sondern nur als solches gedacht wird, leuchtet dieses von selbst ein.

Die Versuche, welche man über die absolute Festigkeit der Körper angestellt hat, sind also in theoretischer und praktischer Rücksicht nicht zuverlässig. Sie geben den wirklichen Zusammenhang der Theile unter Bestimmungen an, welche wir nicht auszumachen vermögen; sie hängen von Zufällen ab, welche zwar zwischen Gränzen, aber zwischen sehr weiten Gränzen eingeschlossen sind, wie Karsten in der oben erwähnten Abhandlung gezeigt hat. Es entsteht also die Frage: Auf welche Weise prüfen wir am sichersten den Zusammenhang der Theile in den Körpern? Die Antwort ist, wie man leicht sieht: Auf die Weise, nach welcher so wenig Theile als möglich auf einmal von einander gesondert werden. Also, indem wir die

Härte prüfen. Wenn wir nämlich mit einer harten Spitze die Körper ritzen, suchen wir so wenig Theile als möglich von einander zu entfernen, und wir erfahren dadurch den Zusammenhang der einzelnen Theile so nahe als möglich. Die Härte der Körper bestimmt also die Festigkeit der Körper, sofern sie Zusammenhang einzelner Theile ist. Es können aber Körper von einer geringen Härte grosse Lasten tragen, wenn die Zahl der Fasern in einem bestimmten Raume sehr groſs ist, wie wir an Stricken und Seilen sehen. Umgekehrt tragen härtere Körper oft weniger als weichere; so reiſst ein Eisendraht, der nur an einzelnen Stellen gehärtet ist, nach Reaumur's Versuchen an diesen Stellen zuerst, aber beim Härten dehnt sich der Stahl aus und kehrt nicht in seinen vorigen Raum zurück, wie Eisen, es enthält also der gehärtete Stahl in einem Querschnitte von gleicher Oberfläche weniger Fasern, als der ungehärtete, und es muſs an der gehärteten Stelle eine Verrückung der Fasern Statt finden. Alles Uebrige gleich gesetzt, wird man nur sagen können, daſs die absolute Festigkeit mit der Härte in geradem Verhältnisse stehe. Wenn auch Abweichungen von diesen Sätzen nicht selten vorkommen, so wird man doch im Allgemeinen sagen können, daſs die weichen Körper eine geringere absolute Festigkeit haben, als die härteren.

5.

Respective Festigkeit nennen die Physiker den Widerstand, welchen ein Körper leistet, wenn eine Kraft unter einem rechten Winkel auf ihn wirkt, um *seine Theile* zu trennen. Wirkt die Kraft unter ei-

nem schiefen Winkel, so läſst sie sich in zwei andere zerlegen, wovon die eine senkrechte allein auf den Körper wirkt. Ein Körper, dessen respectiver Zusammenhang gering ist, heiſst zerbrechlich; die Mineralogen nennen den respectiven Zusammenhang die Zersprengbarkeit.

Die Gründe der Lehre von der respectiven Festigkeit haben wir dem groſsen Galilei zu danken. Es sey *ABCD* Fig. 5. Taf. I ein fester Körper, welchen eine Kraft *P* von *AC* zu trennen strebt. Sie wird die Linie *CD* in *C* nicht trennen, sondern vielmehr dieselbe um *C* zu drehen streben, welches aber eine Trennung der übrigen Theile in *AC* zur Folge hat. Man kann also *ACD* als einen Winkelhebel betrachten. Drückt man nun die Kraft des Zusammenhangs, welche den Punkt *A* in seiner Richtung zu erhalten strebt, durch die Linie *AB* aus, so wird sich diese Kraft in irgend einem andern Punkte von *AC* wie *E* durch eine mit *AB* parallele Linie wie *EF* ausdrükken lassen nach den Gesetzen des Hebels und weil $AC : EC = AB : EF$. Die ganze Kraft des respectiven Zusammenhangs in der Linie *AC* läſst sich also durch das Dreieck *ACB* ausdrücken. Man sieht aber leicht, daſs der absolute Zusammenhang durch das Viereck *ACBD* ausgedrückt wird, weil er überall in der Linie *AC* gleich ist. Da nun das Dreieck *ACB* die Hälfte des Vierecks *ACBD* ist, so folgt, daſs die respective Festigkeit die Hälfte der absoluten seyn müsse. Auf diese Weise leitet Galilei die respective Festigkeit von der absoluten her.

Die Wirkungen des Zusammenhangs sind wie die Schwere einander parallel, auch setzen wir sie gleich-

förmig; man kann also einen Mittelpunkt des Zusammenhangs, wie einen Schwerpunkt annehmen, in welchem man sich den ganzen absoluten Zusammenhang vereinigt denkt. Für die respective Festigkeit $= R$ ist die absolute $= C$, wie an einem Winkelhebel zu betrachten, dessen einer Arm von dem Umdrehungspunkte zum Mittelpunkte des Zusammenhangs, der andere von demselben Umdrehungspunkte bis zur Stelle geht, wo die brechende Kraft $P$ wirkt. Ist der Querschnitt eine regelmäſsige Figur, der Mittelpunkt des Zusammenhangs in der Mitte derselben, und setzt man die Länge von dem Umdrehungspunkte bis zum Wirkungspunkte der Kraft, oder den einen Hebelarm $= l$, die Höhe des Querschnitts $= h$, also den andern Hebelarm $= \frac{1}{2} h$, so folgt $R = \frac{Ch}{2l}$. Ist ferner die Breite des Querschnitts $= b$, so wird $C = bh$ und $R = \frac{bh^2}{2l}$. Es verhält sich also die respective Festigkeit zweier gleichartigen Körper, wie die Breite, wie das Quadrat der Höhe oder Dicke, und verkehrt wie die Länge.

Die Ableitung der respectiven Festigkeit von der absoluten schien darum zweifelhaft, weil nicht auf die Zähigkeit der Körper Rücksicht genommen war, ohne welche sie selten angetroffen werden. Leibnitz suchte daher ein anderes Gesetz für die zähen Körper *). Er nahm an, daſs die verlängerten Fasern sich in geradem Verhältnisse ihrer Verlängerung zusammenzuziehen streben, und daſs also $AB$, $EF$ Fig. 5. Taf. I sowohl diese Verlängerungen als die Kräfte vorstellen, womit

*) *Act. Eruditor. a. 1684. p. 319.*

sich die Fasern zusammenzuziehen streben. Das Verhältniss der Kräfte in $AC$ ist folglich ein zusammengesetztes, ein Mal nach den Gesetzen des Winkelhebels, dann nach dem oben angeführten Gesetze der Zähigkeit, und es verhält sich der Widerstand in $A$ zum Widerstande in $E$ wie $AB^2 = EF^2$. Die Construction giebt nun statt der geraden Linie $BC$ eine parabolische und statt des Dreiecks $ACB$ einen parabolischen Raum $ACB$, welcher $\frac{1}{3}$ des Vierecks $ACB$ ist. Die respective Festigkeit ist folglich nur ein Drittel der absoluten. Aber es scheint mir hierin ein Fehlschluss zu liegen. So lange nämlich die trennende Kraft auf die Verlängerung der Faser wirkt, kann sie nicht anders als mittelbar durch diese Verlängerung auf den Zusammenhang in $AC$ wirken. Sie wird nämlich durch das Bestreben der Faser, sich zusammenzuziehen, aufgehoben. Nur die Kraft, womit sich die verlängerten Fasern zusammenzuziehen und von $AC$ zu entfernen streben, wirkt auf den Zusammenhang in $AC$. Nehmen wir nun für diese Kraft an, dass sich die Verlängerungen der Fasern verhalten wie die Kräfte, womit sie sich zusammenzuziehen streben, so kommen wir auf das einfache Galileische Gesetz zurück.

Der Grund, warum die respective Festigkeit der zähen Körper viel geringer ist, als die absolute, ergiebt sich bald. Zuerst werden nämlich die stark gespannten Fasern in $AB$, dann die weniger gespannten in $EF$ zerrissen, und so mindert sich die Menge der zu trennenden Theile beständig, da hingegen für die absolute Festigkeit wenigstens vorausgesetzt wird, dass die Theile zugleich *reissen*. Wir müssen daher, um

eine Vergleichung zwischen der absoluten und respectiven Festigkeit zu finden, auf die Zeit Rücksicht nehmen, welche beim Ausdehnen und Zerreissen verfliesst. Es sey die Zeit für die absolute Festigkeit $t$, so widersteht während derselben die ganze zu trennende Fläche, und die Fasern verlängern sich, bis sie auf einmal reissen. Das Viereck $ABCD$ drückt den Widerstand der absoluten Festigkeit aus, wie wir oben gesehen haben, und setzt man $AC = a$, $AB = b$, so ist derselbe $= abt$. Bei der respectiven Festigkeit widersteht im ersten Augenblicke das Dreieck $ABC$ nach dem Galileischen Satze, im folgenden Augenblicke, nachdem $AB$ zerrissen ist, ein etwas kleineres u. s. f. also überhaupt das veränderliche Dreieck $EFC$, worin wir $CE = x$, $EF = y$ setzen wollen. Der ganze Widerstand in der Zeit $t$ ist also die Summe dieser Dreiecke, folglich $= \int \frac{xydt}{2}$, oder da $a : b = x : y =$ $\int \frac{bx^2dt}{2a}$. Hier wird vorausgesetzt, dass die ganze Zeit des Zerreissens bei der absoluten und respectiven Festigkeit dieselbe sey, welches, genau genommen, nicht richtig ist, aber $t$ ist überhaupt nur klein, so dass der Unterschied nur unbedeutend seyn kann. Nur muss noch eine Vergleichung zwischen $x$ und $t$ gefunden werden. Die einfachste Voraussetzung ist, dass sich $t$ wie $x$ verhalte, folglich der Widerstand abnehme, je mehr Fasern zerrissen werden. Wir können also, da es hier nur auf Verhältnisse ankommt, $x$ statt $t$ setzen. Dieses giebt für die respective Festigkeit den Widerstand integrirt $= \frac{bx^3}{6a}$, weil dieser Widerstand $= 0$ für $x = 0$, folglich Const $= 0$. Die

Summe nähert sich unaufhörlich dem Zustande, wo $x = a$, und wird $= \frac{ba^2}{6}$. Für die absolute Festigkeit erhalten wir eben so $ba^2$, weil $t$ sich verhält wie $a$, folglich ist die respective Festigkeit bei zähen Körpern, deren Fasern sich vor dem Zerreißen verlängern, wenn diese Fasern gleichförmig nach einander abreißen, $\frac{1}{6}$ der absoluten.

Alle diese Theorien leiden aber Einschränkungen. Zuerst wird der Widerstand der respectiven Festigkeit vergrößert, oder die Wirkung der zerbrechenden Kraft vermindert, dadurch, daß beim Zerreißen die Kraft $P$ mit dem Hebelarme $CD$ nicht immer einen rechten Winkel macht. Ferner bleibt der Umdrehungspunkt des Hebels, wie schon Bernoulli erinnert hat, nicht immer in $C$, sondern fällt in einen andern Punkt zwischen $C$ und $A$; weil beim Zerbrechen der zähen Körper die untern Theile bei $C$ zusammengedrückt werden. Dann wird auch nicht die ganze Fläche abgerissen, und wenn das Stück von $AC$ über dem Umdrehungspunkte, oder der Hebelarm, $e$ heißt, so wird in dem Ausdrucke für die respective Festigkeit nun $\frac{e}{a}$ statt $a$ gesetzt werden müssen. Du Hamel *) hat hierauf den Vorschlag gegründet, einen Keil so weit einzuschlagen, als die Fasern verdichtet werden, um den Hebelarm zu verlängern. Bei sehr zähen Körpern kann auch $AB$ größer werden als $AC$, so daß die Fasern in einen Bogen gegen $D$ herabgehen.

Nur Musschenbroeck hat, so viel ich weiß, das

*) Mémoir. d. l'Acad. d. scienc. 1742. p. 455.

Verhältnifs der respectiven Festigkeit zur absoluten durch Versuche in der oben angeführten Abhandlung geprüft. Nichtzähe Körper, wie Glas, verhielten sich, nach Galilei's Gesetz, zähe, z. B. Holz, wichen sehr davon ab und gaben sehr verschiedene Resultate. Meistens war die respective Festigkeit viel geringer, als sie nach der Leibnitzischen Berechnung seyn sollte, und sank bis auf $\frac{1}{18}$ der absoluten; welches zeigt, dass die obige Berechnung der Natur viel näher kommt. Indessen wird wohl niemand die respective Festigkeit von der absoluten ableiten wollen, da die Versuche über die letztere viel schwieriger sind. Eben so wenig wird es darauf ankommen, die absolute Festigkeit aus der respectiven abzuleiten, da mit der Bestimmung der erstern, wie wir oben gesehen haben, nicht viel bestimmt ist.

Wichtiger ist es für die Ausübung von dem Zerbrechen eines Körpers auf das Zerbrechen eines andern gleichartigen, nur von andern Dimensionen, schliessen zu können. Musschenbroeck's Versuche stimmten mit der Rechnung sehr überein, wenn die Körper nicht zähe waren, wie z. B. Glas; Holz wich schon mehr ab. Nach Büffon's Untersuchungen über die Festigkeit des Holzes *) sind die oben gegebenen Verhältnisse für die Höhen bei kurzen Balken nicht zutreffend, sondern der Widerstand derselben ist stärker, als er der Rechnung nach seyn sollte. Umgekehrt weicht die Regel für die Breite und Dicke bei langen Balken mehr von der Erfahrung ab, als bei kurzen. Doch meint Buffon, dass sich die Regel mit den ge-

*) Mémoir. de l'Acad. d. scienc. p. 1740. 1741.

hörigen Modificationen wohl brauchen lasse. Der Bau des Holzes hat das Eigenthümliche, daſs hier und da Schichten von Zellgewebe das Holz durchsetzen, welche auf die absolute Festigkeit nur einen geringen, auf die respective hingegen einen gröſsern Einfluſs haben könnten. Metalle werden auch hier wohl verhältniſsmäſsig, in dünnern Stangen mehr Widerstand leisten, wie es in dem Versuche über die absolute Festigkeit der Fall war.

Die Härte, das Maaſs der Festigkeit, kommt mit der Zersprengbarkeit gar nicht überein, eben so wie wir dieses bei der absoluten Festigkeit sahen. Der Diamant, der härteste Stein, ist nicht schwer zu zersprengen, der brasilianische Topas, ebenfalls ein sehr harter Stein, ist sehr leicht zu zersprengen, und der Meerschaum, der sich leicht mit einem Messer ritzen und schaben läſst, ist sehr schwer zu zersprengen. Aber der letzte besteht aus vielen nach allen Richtungen gekehrten Theilchen, die ersten Körper haben regelmäſsig geordnete, nach einer oder der andern Richtung liegende Theilchen, welche sehr hart seyn können, ohne dem Ganzen eine bedeutende Festigkeit zu geben.

6.

Einige Naturforscher nennen relative Festigkeit den Widerstand, welchen ein Körper leistet, wenn zwei Kräfte seine Theile in einer geraden Linie gegen einander zu bewegen streben. Drei Veränderungen können hierbei Statt finden. Entweder die Theile lassen sich zusammendrücken, ohne ihre Lage dabei zu verändern, das heiſst, ohne ihre Berührungspunkte zu vertauschen, oder sie ändern ihre Lage dabei, oder sie entfernen sich von einander. Im ersten Falle nen-

nen wir die Körper blofs elastisch, die zweiten geschmeidig, im dritten spröde oder brüchig. Spröde heisst eigentlich, wenn der Riss sich weiter verbreitet, als die trennende Gewalt eindrang.

Wir wollen uns wieder, wie bei der absoluten Festigkeit, Fasern vorstellen, welche durch den ganzen Körper gehen; wie sie sich immer denken lassen, wenn auch der Körper nicht fasrig ist. Die erste Wirkung auf den Körper ist das Zusammendrücken, und es fängt auch nach Pictet's Versuchen mit Stabeisen (s. oben) sogleich an. Hierbei werden die Theile seitwärts erweitert und drücken auf die anliegenden Fasern, üben also einen Seitendruck aus. Dieses wird noch mehr der Fall seyn, wenn die Faser nicht ununterbrochen fortgeht, also wie eine krumme Faser zu betrachten ist. Der erste Erfolg eines relativen Druckes, wie wir ihn nennen mögen, ist also eine Zusammendrückung der Theile, die zweite eine Biegung der Fasern. Was den ersten Erfolg betrifft, so ist der Sprachgebrauch schwankend; wir nennen sehr elastisch einen Körper, der sich leicht zusammendrücken läst, und eben so einen Körper, der grosse Wirkungen durch die Elasticität hervorzubringen vermag, ungeachtet ein solcher gerade dem Zusammendrücken einen grossen Widerstand entgegensetzen muss. Ich würde die Körper, welche sich leicht zusammendrücken lassen, sehr elastisch und umgekehrt wenig elastisch nennen, diejenigen, welche einen starken Widerstand entgegensetzen, stark und umgekehrt schwach elastisch. Ein schwach, aber sehr elastischer Körper kann nicht brüchig seyn, weil die Theile beim Druck ihre Gestalt ändern, aber nicht ihren Zusammenhang. Was den zweiten Erfolg betrifft, so kommt alles auf das zurück, was oben von der Biegsamkeit ist gesagt worden. Es wird daraus erhellen, warum die harten Körper zugleich spröde oder brüchig sind, die weichen geschmeidig. Doch wird es immer schwierig bleiben, die Erfolge hier genau zu bestimmen, weil Härte oder Zusammenhang, Biegsamkeit und Elasticität hier zusammenwirken, um die Sache wenigstens für die Berechnung sehr verwickelt zu machen, wenn sie auch in Rücksicht auf die Theorie klar seyn sollte.

# III.

## *Ueber die durch den Barometerstand zu bemerkenden und täglich in regelmäſsigen Perioden geschehenden Veränderungen der Erdatmosphäre;*

von

G. G. Hällström.

(Fortsetzung.)

---

V. Simonoff's Barometerbeobachtungen, zu Otaheiti unter 17° 29' füdl. Breite und 151° 50' weſtl. Länge von Paris, ſieben Tage hindurch angeſtellt, geben folgendes Reſultat:

$$B^{(t)} = 764^{mm},556 + 0{,}33762 \sin(t.15^\circ + 141^\circ 21') + 0{,}83155\,(t.30^\circ + 169^\circ 25')$$

| Zeit | Barometerſtand beob-achtet | berech-net | Unter-ſchied | Zeit | Barometerſtand beob-achtet | berech-net | Unter-ſchied |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Millimeter | | mm | | Millimeter | | mm |
| Mittag | 764,742 | 764,928 | +0,186 | XII | 764,615 | 764,489 | −0,126 |
| I | 4,234 | 4,415 | +0,181 | XIII | 4,336 | 4,144 | −0,192 |
| II | 3,777 | 3,973 | +0,198 | XIV | 4,082 | 3,873 | −0,209 |
| III | 3,752 | 3,701 | −0,051 | XV | 3,650 | 3,776 | +0,126 |
| IV | 3,752 | 3,649 | −0,103 | XVI | 3,878 | 3,894 | +0,016 |
| V | 4,082 | 3,815 | −0,267 | XVII | 4,056 | 4,215 | +0,159 |
| VI | 4,183 | 4,139 | −0,044 | XVIII | 4,564 | 4,667 | +0,103 |
| VII | 4,488 | 4,523 | +0,035 | XIX | 4,996 | 5,141 | +0,145 |
| VIII | 4,716 | 4,853 | +0,137 | XX | 5,681 | 5,521 | −0,160 |
| IX | 4,996 | 5,038 | +0,042 | XXI | 5,909 | 5,709 | −0,200 |
| X | 4,945 | 5,036 | +0,091 | XXII | 5,732 | 5,654 | −0,078 |
| XI | 4,666 | 4,825 | +0,159 | XXIII | 5,504 | 5,369 | −0,135 |

Dieſe Beſtimmungen ſieht man in Fig. 5. Taf. II graphiſch dargeſtellt. Die Gleichung:

$$0 = 0{,}33762 \cos(t.15^\circ + 141^\circ 21') + 1{,}66310 \cos(t.30^\circ + 169^\circ 25')$$

bestimmt die Zeit für den höchsten und niedrigsten Barometerstand folgendermaſsen:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Minim. bei $t = 14{,}961$ | $= 2.57',7$ | Vormitt. u. $B(t)$ | $= 763^{mm},776$ |
| Maxim. - $t = 21{,}222$ | $= 9.13',3$ | - - | $= 765{,}719$ |
| Minim. - $t = 3{,}723$ | $= 3.43',4$ | Nachmitt. | $= 763{,}640$ |
| Maxim. - $t = 9{,}548$ | $= 9.32',9$ | - - | $= 765{,}056$ |

Nach einer Angabe im Edinb. Journ. of Science by Dr. Brewster No. II. Octob. 1824. p. 374 hat Simonoff aus 4316 Beobachtungen im stillen Meere und auf Otaheiti, den Schluſs gezogen, daſs der niedrigste Barometerstand daselbst bei 3t 18′ Vormittags und 3t 24′ Nachmittags eintrete, so wie der höchste Stand bei 9t 24′ Vormittags und 9t 30′ Nachmittags.

VI. Balfour's Barometerbeobachtungen in Calcutta unter 22° 35′ nördl. Breite und 86° 9′ östl. Länge von Paris sind das Resultat von 30 Tagen. Darin sind einige fehlende Angaben durch Interpolation ausgefüllt und von den zu den Stunden O und XII beobachteten Ständen das Mittel genommen, weil sie einzeln sich nicht zur Continuität mit den übrigen fügen, wohl aber gemeinschaftlich in den Zusammenhang passen.

$$B(t) = 758^{mm},876 + 0{,}55078 \sin(t.15^\circ + 144^\circ 24') + 0{,}76893 \cos(t.30^\circ + 147^\circ 7')$$

| Zeit | Barometerstand beob-achtet | Barometerstand berech-net | Unter-schied | Zeit | Barometerstand beob-achtet | Barometerstand berech-net | Unter-schied |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Millimeter | | mm | | Millimeter | | mm |
| Mittag | 759,610 | 759,614 | +0,004 | XII | 758,797 | 758,973 | +0,176 |
| I | 9,229 | 9,108 | −0,121 | XIII | 8,620 | 8,721 | +0,101 |
| II | 8,391 | 8,579 | +0,188 | XIV | 8,569 | 8,472 | −0,097 |
| III | 8,112 | 8,140 | +0,028 | XV | 8,492 | 8,320 | −0,172 |
| IV | 7,908 | 7,880 | −0,028 | XVI | 8,467 | 8,335 | −0,132 |
| V | 7,934 | 7,842 | −0,092 | XVII | 8,442 | 8,541 | +0,099 |
| VI | 8,010 | 8,010 | 0 | XVIII | 8,696 | 8,845 | +0,149 |
| VII | 8,086 | 8,301 | +0,215 | XIX | 9,153 | 9,353 | +0,200 |
| VIII | 8,543 | 8,678 | +0,135 | XX | 9,890 | 9,774 | −0,116 |
| IX | 9,229 | 8,978 | −0,251 | XXI *) | 760,118 | 760,065 | −0,053 |
| X | 9,331 | 9,142 | −0,189 | XXII | 0,194 | 0,145 | −0,049 |
| XI | 9,102 | 9,135 | +0,033 | XXIII | 0,093 | 759,986 | −0,107 |

wonach die Fig. 6. Taf. II errichtet ist. Die Gleichung:

$$0 = 0{,}55078 \cos(t \cdot 15^\circ + 144^\circ\, 24') + 1{,}53786 \cos(t \cdot 30^\circ + 147^\circ\, 7')$$

bestimmt die Zeiten des höchsten und niedrigsten Barometerstandes folgendesmaſsen:

Minim. bei $t = 15{,}424 = 3^{t}.\,25',4$ Vormitt. u. $B(t) = 758^{mm},301$
Maxim. - $t = 21{,}839 = 9.\,50,3$ - - $= 760{,}149$
Minim. - $t = 4{,}669 = 4.\,40,1$ Nachmitt. $= 757{,}834$
Maxim. - $t = 10{,}452 = 10.\,27,1$ - - $= 759{,}160$

VII. Chiminello's Barometerbeobachtungen zu Padua unter 45° 24′ nördlicher Breite aus 9° 32′ östl. Länge von Paris, 20 Tage hindurch aufgezeichnet, geben:

$$B(t) = 758^{mm},680 + 0{,}13446 \sin(t \cdot 15^\circ + 167^\circ\, 11') + 0{,}26735 \sin(t \cdot 30^\circ + 136^\circ\, 3')$$

*) Für IX und X Uhr Vormittags am 14. April 1794 ist angegeben, daſs der Barometerstand 29,30 engl. Zoll gewesen sey; der Zusammenhang mit den vorhergehenden und nachfolgenden Ständen zeigt aber, daſs er 30,00 engl. Zoll gewesen seyn muſs. Der Irrthum, welcher hier berichtigt werden ist, rührt daher, daſs durch einen Druckfehler .30 statt 30. steht.

| Zeit | Barometerſtand | | Unterſchied | Zeit | Barometerſtand | | Unterſchied |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | beobachtet | berechnet | | | beobachtet | berechnet | |
| | Millimeter | | mm | | Millimeter | | mm |
| Mittag | 758,876 | 758,895 | +0,019 | XII | 758,834 | 758,835 | +0,001 |
| I | 8,736 | 8,739 | +0,003 | XIII | 8,721 | 8,749 | +0,028 |
| II | 8,538 | 8,566 | +0,028 | XIV | 8,654 | 8,645 | −0,009 |
| III | 8,397 | 8,416 | +0,019 | XV | 8,608 | 8,559 | −0,049 |
| IV | 8,313 | 8,322 | +0,009 | XVI | 8,566 | 8,519 | −0,047 |
| V | 8,299 | 8,304 | +0,005 | XVII | 8,566 | 8,542 | −0,024 |
| VI | 8,341 | 8,363 | +0,022 | XVIII | 8,608 | 8,625 | +0,017 |
| VII | 8,481 | 8,481 | 0 | XIX | 8,707 | 8,749 | +0,042 |
| VIII | 8,665 | 8,625 | −0,040 | XX | 8,834 | 8,882 | +0,048 |
| IX | 8,806 | 8,758 | −0,048 | XXI | 8,975 | 8,986 | +0,011 |
| X | 8,848 | 8,848 | 0 | XXII | 9,073 | 9,031 | −0,042 |
| XI | 8,876 | 8,874 | −0,002 | XXIII | 8,988 | 8,999 | +0,011 |

Die berechneten Werthe ſind in Fig. 7. Taf. II graphiſch dargeſtellt. Die Zeiten des höchſten und niedrigſten Barometerſtandes beſtimmt die Gleichung:

$$0 = 0{,}13446 \cos(t \cdot 15^\circ + 167^\circ\, 11') + 0{,}53470 \cos(t \cdot 30^\circ + 156^\circ\, 3')$$

folgendermaſsen:

Minim. bei $t = 16{,}152 = 4^h.\ 9',1$ Vormitt. u. $B^{(t)} = 758^{mm},518$

Maxim. - $t = 22{,}102 = 10.\ 6',1$ - - $= 759{,}031$

Minim. - $t = 4{,}720 = 4.\ 43',2$ Nachmitt. $= 758{,}301$

Maxim. - $t = 10{,}887 = 10.\ 53',2$ - - $= 758{,}875$

VIII. v. Yelin's Barometerbeobachtungen in München, unter 48° 8′ nördl. Breite und 9° 16′ öſtl. Länge von Paris, 222 Tage hindurch angeſtellt *), geben:

$$B^{(t)} = 718^{mm},411 + 0{,}11672 \sin(t \cdot 15^\circ + 298^\circ)$$
$$+ 0{,}29222 \sin(t \cdot 30^\circ + 137^\circ\, 12')$$

*) v. Yelin ſelbſt iſt der Meinung, daſs die Beobachtungen im Auguſt 1819, als ganz anomale, von der Rechnung ausgeſchloſſen werden können und müſſen. Weil aber dieſe Anomalien nur durch mehrere Druckfehler entſtanden ſind, und ich dieſe *berichtigt*, *wie auch durch* Interpolation die Lücken in den

| Zeit | Barometerſtand beob-achtet | berech-net | Unter-ſchied | Zeit | Barometerſtand beob-achtet | berech-net | Unter-ſchied |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Millimeter | | mm | | Millimeter | | mm |
| Mittag | 718,488 | 718,506 | +0,018 | XII | 718,680 | 718,713 | +0,033 |
| I | 330 | 391 | +0,061 | XIII | 550 | 561 | +0,011 |
| II | 195 | 263 | +0,068 | XIV | 400 | 386 | −0,014 |
| III | 105 | 162 | +0,057 | XV | 280 | 231 | −0,049 |
| IV | 127 | 129 | +0,002 | XVI | 180 | 137 | −0,043 |
| V | 218 | 158 | −0,060 | XVII | 120 | 106 | +0,014 |
| VI | 368 | 267 | −0,101 | XVIII | 127 | 158 | +0,031 |
| VII | 443 | 426 | −0,017 | XIX | 172 | 267 | +0,095 |
| VIII | 511 | 596 | +0,085 | XX | 285 | 398 | +0,113 |
| IX | 714 | 737 | +0,023 | XXI | 578 | 514 | −0,064 |
| X | 827 | 806 | −0,021 | XXII | 714 | 573 | +0,141 |
| XI | 804 | 804 | 0 | XXIII | 646 | 577 | −0,069 |

Die berechneten Werthe geben die graphiſche Darſtellung, welche Fig. 8. Taf. II. zeigt, und die Gleichung:

$$0 = 0{,}11672 \cos(t \cdot 15^\circ + 298^\circ) + 0{,}58444 \cos(t \cdot 30^\circ + 137^\circ\, 12')$$

beſtimmen die Zeiten für den niedrigſten und höchſten Barometerſtand folgendermaſsen:

Minim. bei $t = 16{,}805 = 4^{\mathrm{St}}.\,48',3$ Vormitt. u. $B^{(t)} = 718^{\mathrm{mm}},104$
Maxim. - $t = 22{,}459 = 10.\,27',5$ - - $= 718{,}587$
Minim. - $t = 4{,}043 = 4.\,2',6$ Nachmitt. $= 718{,}122$
Maxim. - $t = 10{,}400 = 10.\,24',0$ - - $= 718{,}820$

Die bisher hier angeführten Beſtimmungen ſind nach Ordnung der wachſenden Breiten zuſammengeſtellt. Aus dieſem Grunde iſt es hier am Ort, die Re-

Beobachtungen ausgefüllt habe, ſo ſind auch die Beobachtungen des genannten Monats als ganz tauglich angewandt worden (vergl. v. Yelin's zuvor citirte Schrift S. 60 Anmerk.). Dabei muſs zur Erläuterung geſagt werden, daſs für die Nachtſtunden die Beobachtungen fehlen, und dieſe Lücke von mir durch Interpolation ausgefüllt worden iſt. Dieſe Werthe weichen weniger von den berechneten ab, als ein Theil der beobachteten.

sultate anzugeben, welche die zu *Paris* um 9 und 12 Uhr Vormittags und um 3 und 9 Uhr Nachmittags (s. Annales de Chimie et de Physique par Gay-Lussac et Arago), sowie die zu *Halle* täglich um 8 und 12 Uhr Vormittags und um 2, um 6 und um 10 Uhr Nachmittags (s. Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie) angestellten Barometerbeobachtungen liefern. Aber leider sind an beiden Orten so wenige Beobachtungszeiten gebraucht und sie so gewählt, daſs ich diese, obgleich mit Mühe gesammelten Beobachtungen, zu obigem Zwecke nicht anders anwenden kann, als nach einer bedeutenden Interpolation, wobei es darauf ankommt, wie diese am schicklichsten zu finden ist. Indeſs verdient das auf diese Art entstehende Resultat doch aufgesucht zu werden, wenn gleich man leicht einsieht, daſs die Wahrscheinlichkeit, sich durch dasselbe der Wahrheit genähert zu haben, geringer seyn muſs, als wenn man mehrere directe Beobachtungen hätte gebrauchen können. Aus diesem Gesichtspunkte hat man die beiden folgenden Bestimmungen zu betrachten.

IX. Die Barometerbeobachtungen in *Paris*, unter 48° 50′ nördl. Breite, täglich zu den eben genannten Stunden aufgezeichnet, acht Jahre (1816 — 1824) *) hindurch angestellt, geben approximativ:

$$B^{(t)} = 755^{mm},376 + 0,1631 \sin(t.15° + 166° 10') + 0,2984 \sin(t.30° + 148° 32')$$

*) Es fehlen mir noch die Beobachtungen vom Julius bis December 1823, aber die vom Januar bis August 1824 besitze ich wieder. Von den Angaben für Jan. bis Jun. 1823 und die für Jan. bis Aug. 1824 habe ich das Mittel besonders berechnet und dasselbe

| Zeit | Barometerstand beob-achtet | berech-net | Unter-schied | Zeit | Barometerstand beob-achtet | berech-net | Unter-schied |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Millimeter | | mm | | Millimeter | | mm |
| Mittag | 755,550 | 755,571 | +0,021 | XII | 755,507: | 755,493 | −0,014 |
| I | | 5,372 | | XIII | | 5,387 | |
| II | | 5,188 | | XIV | | 5,279 | |
| III | 5,045: | 5,037 | −0,008 | XV | 5,204: | 5,206 | +0,009 |
| IV | | 4,960 | | XVI | | 5,195 | |
| V | | 4,971 | | XVII | | 5,257 | |
| VI | 5,069: | 5,062 | −0,007 | XVIII | 5,365: | 5,379 | +0,014 |
| VII | | 5,205 | | XIX | | 5,532 | |
| VIII | | 5,362 | | XX | | 5,675 | |
| IX | 5,474 | 5,491 | +0,017 | XXI | 5,793 | 5,770 | −0,023 |
| X | | 5,561 | | XXII | | 5,787 | |
| IX | | 5,559 | | XXIII | | 5,717 | |

Die berechneten Werthe sind in Fig. 9. Taf. II graphisch dargestellt und geben zur Bestimmung der Zeit des Eintritts der Maxima und Minima folgende Gleichung:

$$0 = 0{,}1631 \cos(t.15^\circ + 166^\circ\, 10') + 0{,}5968 \cos(t.30^\circ + 148^\circ\, 32')$$

mit welcher man findet:

Minim. bei $t = 15{,}640 = 3^h.38',9$ Vormitt. u. $B^{(t)} = 755^{mm},191$
Maxim. - $t = 21{,}735 = 9.44{,}1$ - - - - $= 755{,}791$
Minim. - $t = 4{,}380 = 4.22{,}8$ Nachmitt. - - $= 754{,}954$
Maxim. - $t = 10{,}468 = 10.28{,}1$ - - - - $= 755{,}570$

Man sieht, daſs diese Berechnung über das Verhalten des Barometers in Paris sich auf 8 Werthe gründet, von denen nur vier das Resultat directer Berechnungen sind, die übrigen vier aber durch eine ungefähre Interpolation gefunden sind. Da die letzgenannten weniger abweichen von denen, welche die

be in Verbindung mit den jährlichen Mitteln von 1816 — 1824 gebraucht. Die mit einem Kolon (:) bezeichneten Werthe sind durch praeliminaire Interpolation gefunden und wurden bei der Rechnung zur Bestimmung der Coëfficienten gebraucht.

Formel giebt, als eine von den durch Beobachtung gefundenen Bestimmungen, und der Unterschied im Allgemeinen sowohl in Plus als in Minus höchstens nur $\frac{1}{50}$ Millimeter beträgt; so hat man Grund, die hier für das Barometer-Verhalten in Paris gefundene Gleichung als genügend zu betrachten. Da indess die directen Beobachtungen sich nicht auf die Nacht erstrecken, und folglich das Maximum und Minimum in derselben grösstentheils auf den supponirten Werthen beruht, so ist möglicherweise das Verhältniss in der Nacht doch etwas anders, als es durch diese Gleichung bestimmt wird; deshalb kann man nicht umhin, zu wünschen, dass die Beobachtungszeiten in Zukunft vermehrt werden, um so die Zweifel zu heben, mit denen noch das für diesen Ort gefundene Resultat behaftet bleibt. Und da man diesen Wunsch kaum auf die Beobachtung um 3 Uhr Morgens ausdehnen kann, so muss man statt dessen wünschen, dass man in Zukunft den Barometerstand um 6 Uhr Morgens und Abends und um 12 Uhr Mitternachts aufzeichne; diese Beobachtungen werden meist hinlänglich seyn, um die Luftoscillationen in Paris genau kennen zu lehren.

X. Winckler's Barometerbeobachtungen in Halle, unter 51° 29′ nördl. Breite, täglich um 8 Uhr Morgens, um 12 Mittags und um 2, um 6 und um 10 Uhr Abends, 44 Monate hindurch vom J. 1820 bis 1823 *) angestellt, geben folgende Gleichung:

$$B(t) = 754^{mm},158 + 0{,}1384 \sin(t.15° + 261° 24′)$$
$$+ 0{,}3793 \sin(t.30° + 136° 9′)$$

*) Es fehlen mir die Angaben für Mai 1822 und Junius bis Aug. 1823.

welche die Barometerhöhe für die einzelnen Stunden folgendermaſsen beſtimmt:

| Zeit | Barometerſtand beob-achtet | Barometerſtand berech-net | Unter-ſchied | Zeit | Barometerſtand beob-achtet | Barometerſtand berech-net | Unter-ſchied |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Millimeter | | mm | | Millimeter | | mm |
| Mittag | 754,280 | 754,284 | +0,004 | XII | 754,550 | 754,557 | +0,007 |
| I | | 4,111 | | XIII | | 4,376 | |
| II | 3,932 | 3,916 | −0,016 | XIV | | 4,181 | |
| III | 3,794: | 3,773 | −0,021 | XV | 3,987: | 3,996 | +0,009 |
| IV | | 3,704 | | XVI | | 3,876 | |
| V | | 3,738 | | XVII | | 3,849 | |
| VI | 3,846 | 3,875 | +0,029 | XVIII | 3,933: | 3,916 | −0,017 |
| VII | | 4,083 | | XIX | | 4,052 | |
| VIII | | 4,314 | | XX | 4,299 | 4,213 | −0,086 |
| IX | 4,537: | 4,514 | −0,023 | XXI | 4,338: | 4,349 | +0,011 |
| X | 4,626 | 4,634 | +0,008 | XXII | | 4,418 | |
| XI | | 4,649 | | XXIII | | 4,396 | |

In Fig. 10. Taf. II ſind die berechneten Werthe graphiſch dargeſtellt; die Zeiten für den Eintritt der gröſsten und kleinſten Barometerhöhen beſtimmt folgende Gleichung:

$$0 = 0{,}1384 \cos(t \cdot 15^\circ + 261^\circ\, 24') + 0{,}7586 \cos(t \cdot 30^\circ + 136^\circ\, 9')$$

welche giebt:

Minim. bei $t \doteq 16{,}774 = 4^h.46',4$ Vormitt. u. $B^{(t)} = 753^{mm},847$
Maxim. - $t = 22{,}267 = 10.16{,}0$ - - $= 754{,}419$
Minim. - $t = 4{,}179 = 4.10{,}7$ Nachmitt. $= 753{,}702$
Maxim. - $t = 10{,}633 = 10.38{,}0$ - - $= 754{,}657$

Weil die Coëfficienten in der hier gebrauchten Function durch die Methode der kleinſten Quadrate nicht anders beſtimmt werden können, als mit Hülfe von aequidiſtanten Werthen, ſo iſt klar, daſs die Halleſchen Beobachtungen ſich nicht geradezu zu dieſem Behufe eignen. Ich bin deshalb veranlaſst worden, die gegebenen Beobachtungsgröſsen zuerſt graphiſch zu conſtruiren, um durch eine ſolche Interpo-

lation die nöthigen Werthe zu finden, nämlich die für 3, 9, 15, 18 und 21 Uhr; mit diesen und den für 0 und 6 Uhr direct gegebenen Werthen wurde eine Gleichung berechnet, welche hernach die Fehler der interpolirten Werthe bestimmte. Die letzteren Werthe wurden wieder durch ihre Fehler corrigirt und mit den verbesserten Werthen, die in obiger Tafel mit (;) bezeichnet sind, eine neue Berechnung angestellt, da dann die Gleichung entstand, die hier vorhin angeführt wurde. Die Abweichung der berechneten Werthe von jenen, welche mehr oder weniger direct zur Bestimmung der Coëfficienten beigetragen haben, ist hier zur Genüge klein, mit Ausnahme bei der Stunde 20 oder 8 Uhr Vormittags, wo der Unterschied fast bis zu $\frac{1}{10}$ Millimeter geht. Ob ein so groſser Fehler in dem Resultate der Beobachtung für die genannte Stunde liegt, oder ob es den Coëfficienten der Gleichung zugeschrieben werden muſs, kann ich gegenwärtig nicht angeben. Die von mir gemachten Versuche, diese Coëfficienten anders zu bestimmen, haben wohl gleichmäſsiger vertheilte Unterschiede zwischen den gegebenen und berechneten Werthen geliefert, aber auch zugleich solche, daſs die Summe der Quadrate der Fehler gröſser wurde, als sie die hier angeführte Gleichung giebt, weshalb auch die letztere die gröſsere Wahrscheinlichkeit für sich hat. Wie es hiermit auch seyn mag, so bleibt doch zu wünschen, daſs künftig in Halle zweckmäſsigere Zeiten zu den Beobachtungen gewählt werden mögen.

Wenn man auch gern zugiebt, daſs das in Frage *stehende* Luftoscillations-Phänomen interessanter wird,

je näher man dem Aequator kommt, weil es dann sich deutlicher zeigt, so ist es doch für die Wissenschaft eben so wichtig, auszumachen, welche Beschaffenheit es unter höheren Breiten besitzt; auch dürfte jeder Beitrag zur näheren Kenntniſs dieses Phänomens um so mehr Aufmerksamkeit verdienen, je gröſsere Anstrengungen dazu erforderlich und je entscheidender und sicherer die Resultate sind. Um zu diesem Zweck in meinem abgelegenen Wohnorte mitzuwirken, habe ich seit dem 1. Mai 1821, täglich zu jeder Stunde von 7 Uhr Morgens bis 11 Uhr Abends den Stand des Barometers und eines daneben hängenden Thermometers beobachtet und aufgezeichnet *), und bin darin bis zu gegenwärtiger Zeit, mit Ausschluſs einiger wenigen Tage, fortgefahren. Und da ich solchergestalt schon jetzt (am 31. Dec. 1825) für $4\frac{2}{3}$ Jahre, oder genauer für 1663 Tage, fortlaufende Beobachtungen be-

*) Ich wurde im Junius des vorhergehenden Jahres durch Hrn. OberFinanzRath und Ritter v. Yelin in München zur Anstellung dieser Beobachtungen aufgefordert und nahm damals die von demselben angegebenen Beobachtungen zum Muster. In Uebereinstimmung mit diesen zeichnete ich vom 1. Jul. 1820 neben den Barometerstand nur für jeden Tag die mittlere Wärme des Gemaches auf, in welchem das Barometer hing. Da ich aber einige Monate später nachdachte, in wie weit man diese Beobachtungen gebrauchen könnte, fand ich, daſs sie, ohne die Temperatur des Zimmers für jede Stunde zu kennen, durchaus unzulänglich seyn würden, im Fall die Wärmewirkungen die Aenderungen überstiegen, welche ich ausmitteln wollte. Ich hielt es deshalb für nöthig, das bisher Gesammelte zu verwerfen, und verlor solchergestalt die stündlichen Beobachtungen von 10 Monaten, die ich hier nicht mit aufnehmen konnte.

sitze, die also 28271 Barometer- und eben so viele Thermometerstände enthalten; so habe ich geglaubt, versuchen zu müssen, aus dieser Menge von Ziffern (die sich etwa auf 170000 beläuft) ein brauchbares Resultat abzuleiten.

Sich mit einer grossen Sammlung von Ziffern zu befassen, hat nur für wenige Leser Interesse. Aus diesem Grunde würde es am zweckmässigsten seyn, hier nur ganz kurz das aus ihnen abgeleitete Endresultat anzugeben. Da aber nur wenige Schriftsteller auf ein so allgemeines Vertrauen Anspruch machen können, dass man ihre Angaben ohne weiteres annehmen darf, so habe ich es hinsichtlich des von mir behandelten Gegenstandes für nöthig gehalten, das ganze Detail zu dem Resultate ausführlich anzugeben, damit ein jeder zu prüfen vermag, welches Vertrauen es verdient, und, möglicherweise in Zukunft eine Verbesserung daran anbringen kann. Wenn auch die Originalbeobachtungen *) in Ausführlichkeit hier keinen Platz finden, und selbst nicht einmal die Summen für die Monate aufgenommen werden konnten, bei welchen letzteren man hätte doch schon annehmen müssen, dass die Reduction von der mittleren stündlichen Wärme eines jeden Monats auf 20° C. **) geschehen sey; so wird doch das übrige,

*) Sie werden, den Physikern künftiger Zeiten zu Nutzen, auf der Universitäts-Bibliothek zu Åbo aufbewahrt werden.

**) Diese Wärme habe ich lieber als eine andere aus dem Grunde gewählt, weil sie hier im Norden die gewöhnlichste in den Wohnzimmern ist und genau oder nahe bei dieser Temperatur beobachtet wurde.

hier angeführte, Detail zur Beurtheilung hinreichend seyn.

Was die genannte Reduction auf + 20° C. betrifft, so habe ich für die Ausdehnung des Quecksilbers den von Dulong und Petit gegebenen Coëfficienten $\frac{1}{5550}$ gebraucht, so dass, wenn $B$ die bei der Temperatur $20 + g$ beobachtete Barometerhöhe bezeichnet, und die Skale auf Holz befestigt ist, die auf 20° C. reducirte Barometerhöhe seyn wird:

$$= B \cdot \frac{5550}{5550 + g} = B\left(1 - \frac{g}{5550}\right) = B - 0{,}00018\, Bg.$$

Weil nun mein Barometer in schwedische Decimalzolle eingetheilt ist, die mittlere Barometerhöhe 25,6 Dec.Zoll beträgt, und die Abweichungen von dieser nach jeder Seite selten einen Zoll übersteigen, so kann die auf + 20° C. reducirte Barometerhöhe angenommen werden $= B - 0{,}00018 \cdot 25{,}6 \cdot g = B - 0{,}0046 \cdot g$. Der Fehler dieses Werthes, wenn $g$ bei diesen Beobachtungen wie gewöhnlich unter 4° ist, steigt nicht bis auf 0,001 Dec.Zoll, das Wenigste, was noch an diesem Barometer beobachtet werden kann. Zum leichteren Gebrauch habe ich danach eine kleine Correctionstafel entworfen, welche auch zum Nutzen derjenigen, die ein dem meinigen gleiches Instrument beobachten, hier angeführt werden mag. Wenn nämlich $c$ die Correctionsgröße in Schwedischen Decimalzollen ist, welche zu der, in demselben Maße angegebenen, Barometerhöhe hinzugefügt werden muss um diese von $20 + g$ Wärme auf 20° C. zu reduciren, so wird die Tafel mit dem Argument $g$ folgende:

| ± g | ∓ c | ± g | ∓ c | ± g | ∓ c |
|---|---|---|---|---|---|
| 1° | 0,0046 | 0°,1 | 0,0005 | 0°,01 | 0,0000 |
| 2 | 0,0092 | 2 | 09 | 2 | 1 |
| 3 | 0,0138 | 3 | 14 | 3 | 1 |
| 4 | 0,0184 | 4 | 18 | 4 | 2 |
| 5 | 0,0230 | 5 | 23 | 5 | 2 |
| 6 | 0,0276 | 6 | 28 | 6 | 3 |
| 7 | 0,0322 | 7 | 32 | 7 | 3 |
| 8 | 0,0368 | 8 | 37 | 8 | 4 |
| 9 | 0,0414 | 9 | 41 | 9 | 4 |
| 10 | 0,0460 | 1,0 | 46 | 0,10 | 5 |

und da $c$ eine Gröfse ist von nur einer Dimension, proportional mit $g$, so ist durchaus einerlei, ob entweder damit jede besondere Beobachtung oder die Mittelzahl aus ihnen allen corrigirt wird. Der gröfseren Bequemlichkeit wegen habe ich den letzteren Weg gewählt.

Ein Einwurf gegen diese Beobachtungen und ihre Anwendbarkeit, der sich leicht von selbst einstellt und deshalb erwähnt zu werden verdient, beruht darauf, dafs die Beobachtungen schwerlich von Lücken haben frei gehalten werden können und diese Lükken, wo sie sich finden, die Brauchbarkeit der wirklich vorhandenen Beobachtungen vermindern müssen. Es ist von selbst klar, dafs eine Person nicht täglich zu allen Stunden 4⅔ Jahre hindurch ununterbrochen bei ihrem Barometer stehen könne. Lücken mufsten also entstehen, und wo sie sind, haben sie einen Einflufs auf die gesuchten Mittelhöhen. Aber man mufs bemerken, dafs sie durch eine solche graphische Interpolation ausgefüllt worden sind, dafs ich selten über die bei directer Beobachtung vorkommenden kleinsten Gröfsen ungewifs bin. Ich befürchte deshalb von diesen interpolirten Werthen keine nachthei-

lige Wirkung und sie sind auch in den Originalbeobachtungen besonders bezeichnet, damit man sie, wenn es erforderlich ist, näher controliren kann. Eben so zeigt die weiterhin angeführte Rechnung, daſs das Resultat für die Stunden, wo die Interpolationen am häufigsten vorkommen, nämlich um 12 Uhr Mittags, um 6 und um 7 Uhr Abends, fast am wenigsten von der allgemeinen Regel abweicht, während die Abweichungen bei 1 Uhr Nachmittags, wo die directen Beobachtungen sehr selten gefehlt haben, am gröſsten sind.

Das Instrument, mit dem diese Beobachtungen gemacht worden, ist ein von Hasselström in Stockholm vor ungefähr 40 Jahren verfertigtes Gefäſsbarometer, dessen Nonius $\frac{1}{10}$ Linie zeigt, an dem aber ein geübtes Auge noch $\frac{1}{100}$ Linie schätzen kann. Die Correction, welche die Angaben dieses Instrumentes wegen der Capillarität in der Röhre und dem Gefäſse nöthig haben, so wie wegen möglicher Neigung des Spiegels, der zur richtigen Stellung des Auges hinter dem Nonius angebracht ist, habe ich mit Hülfe eines von Rospini in Petersburg verfertigten Heberbarometers sehr umständlich auszumitteln gesucht. Am letzteren war wiederum sowohl der Nullpunkt als die Theilung genau corrigirt nach einem von Fortin in Paris verfertigten Meter-Maſs von Messing, dessen absolute Länge durch einen von Arago angestellten Vergleich ausgemittelt war, und dessen Theilungsfehler ich besonders bestimmt hatte. Nach diesem Maſse sind nun alle Abtheilungen am Rospinischen Heberbarometer, welche englische Zolle und, mit Hülfe des Nonius, $\frac{1}{200}$ derselben angeben,

direct in französisches Maſs verwandelt. Auſserdem habe ich bloſs zu dieſem Behufe beide Barometer beſonders verglichen. Das Barometer ſtand zwiſchen 25,6 und 25,7 ſchwed. Dec. Zoll, zwiſchen welchen Gränzen das in Frage ſtehende Endreſultat enthalten iſt. Ich fand nämlich folgende gleichzeitige Barometerſtände:

| Hasselström ſchwed. Dec. Zll | Rospini engl. Zoll | Hasselström ſchwed. Dec. Zll | Rospini engl. Zoll |
|---|---|---|---|
| 25,600 | 29,867 | 25,650 | 29,937 |
| 605 | 887 | 653 | 930 |
| 608 | 890 | 657 | 935 |
| 610 | 860 | 660 | 918 |
| 615 | 900 | 663 | 950 |
| 616 | 857 | 667 | 930 |
| 620 | 870 | 670 | 950 |
| 625 | 910 | 678 | 945 |
| 630 | 910 | 688 | 980 |
| 635 | 916 | 696 | 964 |

Wenn man dieſe Angaben unter die Form bringt:

$$29{,}8 \text{ engl. Zoll} + m = 25{,}6 \text{ ſchwed. Zoll} + a + bx$$

und nach der Methode der kleinſten Quadrate die Berechnung anſtellt, ſo findet man:

$$a = 0{,}060175 \qquad b = 1{,}30318 \quad \text{und}$$

$$m = 0{,}060175 + 1{,}30318\,(B - 25{,}6)$$

wo $B$ der Stand des Barometers von Hasselström iſt in ſchwed. Zollen. Wenn alſo $B$ gegeben iſt, wird der entſprechende Stand des Heberbarometers

$$= 29{,}8602 + 1{,}30318\,(B - 25{,}6) \text{ engl. Zoll}$$

gefunden, mit einem wahrſcheinlichen Fehler in dieſer Beſtimmung $= 0{,}0024$ engl. Zoll.

Ueberdieſs habe ich gefunden, daſs an Rospini's

Barometer

29,90 engl. Zoll = 0,75831 } Meter der Fortinschen Stange
29,95 " " = 0,75951 } bei + 20° C.

und dafs dieser Meter bei + 20° C. = 1m,00034 des pariser Platin-Etalon ist, wenn letzterer die Temperatur 0° C. besitzt.

Wenn nach diesen Bestimmungen die gehörige Correction gemacht wird, findet man folgende Vergleiche:

| erstlich: | | dann: | | | endlich: | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rospini | Millimeter | Hasselström | Rospini | Millimeter | Hasselström | Millimeter |
| 29,90 = | 758,57 | 25,645 = | 29,9183 = | 759,0222 | 0,001 = | 0,0318 |
| 29,95 = | 759,77 | 650 | 9254 | 1786 | 2 | 0635 |
| | | 655 | 9319 | 3349 | 3 | 0938 |
| | | 660 | 9384 | 4914 | 4 | 1250 |

mittelst welcher Verhältnisse die hier vorkommenden Resultate leicht reducirt werden können.

Zu einer vollständigen Kenntnifs vom Barometerstande gehört die Angabe der Höhe des Instrumentes über dem Meeresspiegel. In dieser Hinsicht mufs ich hier anführen, dafs ich in den Sommermonaten Julius, August, und in der Hälfte des Septembers, mein Barometer in dem Pfarrhofe zu St. Marie, eine Viertelmeile nördlich von Åbo, unter 60° 28′ 30″ Polhöhe, beobachtet und die Quecksilberfläche in dem Gefäfse des Barometers daselbst durch eine Nivellirung zu 60,84 schwed. Fufs über dem Meere liegend, gefunden habe. Während der übrigen Zeit habe ich aber den Barometerstand in Åbo aufgezeichnet, in der Parallele der Domkirche, unter 60° 27′ Breite, sehr nahe am Meridian der Sternwarte, wo die Quecksilberfläche im Gefäfse des Barometers 30,48 schwed. Fufs über

der Meeresfläche liegt. Wenn Ramond's nebst Dulong's und Petit's Coëfficienten mit Laplace's Formel zum Höhenmessen, bei diesem Ort gebraucht wird, und man bezeichnet:

die Barometerhöhe an d. untern Station $= B$, die Temp. $= T$ Celsius
" " " " oberen " $= b$, " " $= T'$

so findet man den Höhenunterschied in schwedischen Fußen:

$$x = 123{,}69\,(500 + T + T')\,\left(\log \frac{B}{b} - 0{,}000078\,(T - T')\right)$$

Für einen so kleinen Höhenunterschied, wie hier, kann man ohne merklichen Fehler $T = T'$ annehmen, und deshalb: $x = 123{,}69\,(500 + 2T)\,(\log B - \log b)$; ferner kann man annehmen, daß bei uns die Temperatur während des ganzen Jahres zwischen $T = -20°$ und $T = +20°$ schwankt, aber

für $T = -20°$ ist $0{,}00001756 \cdot x = \log B - \log b$
und für $T = +20°$ " $0{,}00001497 \cdot x = \log B - \log b$

und so scheint es, daß man ohne bedeutenden Fehler annehmen darf $0{,}000016 \cdot x = (\log B - \log b)$; und daß man aus der Barometerhöhe am oberen Orte $= b$, die Barometerhöhe am unteren Orte $= B$ finden kann, ebenso durch: $\log B = \log b + 0{,}000016 \cdot x$. Wenn man dann für $x$ die oben angegebenen Werthe: 30, 48 und 60,84 der Höhe des Barometers über dem Meere substituirt, ferner mit $B$ die Barometerhöhe am Meere, und mit $b$ die Barometerhöhe am Beobachtungsorte bezeichnet; so findet man für die Beobachtungen

in Åbo: $\log B = \log b + 0{,}0004877$
zu St. Marie: $\log B = \log b + 0{,}0009734$

welche Werthe hier für die vorkommende Reduction

der Barometerhöhen auf die Meeresfläche gebraucht worden sind.

Die nachstehende Tafel enthält die Resultate meiner zuvor erwähnten Beobachtungen. Ich habe täglich nur aufgezeichnet, was das Barometer über 25 schwed. Dec. Zoll gezeigt. Die Kolumnen II geben die Summen dieser Ueberschüsse für jede der in der Kolumne I angeführten Stunde, nachdem sie zuvor sämmtlich auf die Temperatur + 20° C. reducirt worden. Die Kolumnen III sind entstanden, indem die Zahlen der Kolumne II durch die Anzahl der Beobachtungstage, welche für Åbo 1380 und für St. Marie 283 beträgt, dividirt und darauf zu ihnen die Zahl 25 addirt worden ist. Die Kolumnen IV zeigen diese Mittelzahlen, nachdem sie aus den zuvor angeführten Gründen auf die Meeresfläche reducirt worden. Zur Erläuterung muſs gesagt werden, daſs die Ursache, weshalb die Beobachtungen in St. Marie, ungeachtet dieser Reduction, einen niedrigern Barometerstand geben, als in Åbo, ohne Zweifel darin liegt, daſs die am ersteren Orte nur während der Sommermonate aufgezeichnet worden sind, während welcher der Barometerstand gewöhnlich etwas niedriger ist. Die Kolumne V enthält die Mittelzahlen der Angaben in Kolumne IV, berechnet mit gehöriger Rücksicht auf die Anzahl der Beobachtungstage an jedem der Orte. Sie sind das Endresultat dieses Versuches nach den Angaben des Barometers von Hasselström.

| I. Beobachtungszeiten | II. Summe der Barometerhöhen über 25 schwed. Dec.Zll, reducirt auf + 20° C, beobachtet | | III. Mittel aus den beobachteten und auf + 20° C reducirten Barometerhöhen | | IV. Mittel aus den Barometerhöhen bei + 20° C, nach Reduction auf die Meeresfläche, | | V. Mittel aus den Barometerhöhen an beiden Orten bei + 20° C und an der Meeresfläche |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | in Åbo | in St. Marie | in Åbo | in St. Marie | in Åbo | in St. Marie | |
| Mittag | 873,092 | 158,784 | 25,63268 | 25,56108 | 25,6615 | 25,6184 | 25,6542 |
| I | 872,079 | 158,739 | 63194 | 56091 | 66 7 | 6183 | 6534 |
| II | 871,053 | 158,647 | 63120 | 56059 | 6600 | 6180 | 6529 |
| III | 870,066 | 158,633 | 63048 | 56054 | 6593 | 6179 | 6523 |
| IV | 869,946 | 168,851 | 63040 | 56131 | 6592 | 6187 | 6523 |
| V | 870,440 | 158,954 | 63075 | 56167 | 6596 | 6191 | 6527 |
| VI | 871,847 | 159,022 | 63177 | 56192 | 6606 | 6193 | 6536 |
| VII | 874,182 | 159,379 | 63347 | 56318 | 6623 | 6206 | 6552 |
| VIII | 876,237 | 159,986 | 63495 | 56532 | 6638 | 6227 | 6568 |
| IX | 878,373 | 160,504 | 63650 | 56715 | 6653 | 6246 | 6584 |
| X | 880,072 | 160,545 | 63773 | 56739 | 6665 | 6247 | 6594 |
| XI | 880,116 | 160,256 | 63777 | 56661 | 6666 | 6240 | 6593 |
| XIX | 862,899 | 156,641 | 62529 | 55350 | 6541 | 6108 | 6467 |
| XX | 866,386 | 156,957 | 62782 | 55462 | 6566 | 6120 | 6490 |
| XXI | 868,868 | 157,702 | 62962 | 55725 | 6584 | 6147 | 6510 |
| XXII | 872,273 | 158,305 | 63208 | 55938 | 6609 | 6168 | 6534 |
| XXIII | 874,140 | 158,706 | 63344 | 56080 | 6622 | 6182 | 6547 |

Dieses Endresultat, so wie es von Hasselströms Barometer angegeben ist, erfordert noch die oben erwähnte Correction, bevor die Höhen als absolut betrachtet werden können. Nach der bereits gegebenen Vorschrift ist diese Correction ausgeführt, alsdann das schwedische Maſs auf Metermaſs reducirt, und so nach gehöriger Rechnung die folgende Zusammenstellung erhalten worden.

(Beschluſs im nächsten Heft.)

# IV.

## *Ueber eine besondere Substanz im Meerwasser;*

von

Herrn Balard,

Apothek. u. Präparat. d. Chem. an d. Facult. d. Wissensch. zu Montpellier.

(Fortsetzung der S. 124 abgebrochenen Abhandlung *).)

### V. Von der Bromwasserstoffsäure.

Die Bromwasserstoffsäure kann auf verschiedene Weisen bereitet werden:

1) Ich setzte einige Zeit hindurch Wasserstoffgas gemengt mit Bromdämpfen dem Einflusse der Sonnenstrahlen aus, ohne merkliche Erscheinungen einer Verbindung zu beobachten; als ich aber diess Gemenge der Flamme einer Kerze aussetzte, oder noch besser, als ich einen glühenden Eisendraht in dasselbe brachte, sah ich Bromwasserstoffsäure-Gas sich bilden. In allen diesen Fällen pflanzt sich die Wirkung nicht durch die ganze Masse fort, wie es beim Chlor und Wasserstoff der Fall ist. Die Verbindung erzeugt sich nur rings um den heissen Körper, der sie hervorgerufen hat. Vielleicht würde diess nicht der Fall gewesen seyn, wenn ich hätte die Bromdämpfe sammeln und messen und sie mit bestimmten Volumen von Wasserstoffgas vermischen können.

2) Das Jodwasserstoff-, Schwefelwasserstoff- und

*) Wegen Mangel an Raum musste diese Fortsetzung bis zu gegenwärtigem Hefte verschoben werden. Wo übrigens der Vortrag des Verfassers ohne Schaden für die Sache abgekürzt werden konnte, geschah es hier. *P.*

Phosphorwasserstoffgas werden durch das Brom zersetzt, und dieses verwandelt sich in Bromwasserstoffsäure, während es Dämpfe von Jod, Schwefel oder Phosphor niederschlägt. Diese Zersetzung geschieht immer mit Entwicklung von Wärme. Das Volumen verändert sich nicht merklich, wenn man Jodwasserstoffgas durch Brom zersetzt; dagegen vergrössert es sich, wenn man Schwefel- oder Phosphorwasserstoffgas (l'hydrogène phosphoré) durch dasselbe zersetzt. Auf gleiche Art wirkt das Brom auf diese Wasserstoffverbindungen, wenn sie in Wasser gelöst sind; auf Kosten derselben wird ebenfalls Bromwasserstoffsäure gebildet.

3) Man kann Bromwasserstoffsäure bereiten, wenn man die mit Kali und der ätherischen Auflösung des Broms erhaltenen kubischen Krystalle mittelst Schwefelsäure zersetzt; allein das so gesammelte Gas ist oft mit kleinen Quantitäten von schwefliger Säure und Chlorwasserstoffsäure gemengt. Deshalb ist die Anwendung dieser Methode nicht erlaubt, wenn man die Bromwasserstoffsäure ganz rein haben will.

4) Um diese Säure rein zu erhalten, habe ich ein Verfahren gewählt, das einigermassen dem der Bereitung des Jodwasserstoffgases nachgeahmt ist. Brom und Phosphor in Berührung gebracht und mit einigen Tropfen Wasser befeuchtet, entwickeln wirklich in reichlicher Menge eine gasige Substanz, die man über Quecksilber sammeln kann und die nichts anderes ist, als das Gas der Bromwasserstoffsäure.

Diese Verbindung besitzt folgende Eigenschaften. Sie ist farblos und schmeckt vollkommen sauer. An der Luft stösst sie weisse Dämpfe aus, die dichter sind, als die, welche unter gleichen Umständen von der Chlor-

wasserstoffsäure erzeugt werden. Diese Dämpfe besitzen einen stechenden Geruch und reizen sehr zum Husten.

Die Bromwasserstoffsäure erleidet keine Zersezzung, wenn man sie durch ein glühendes Glasrohr gehen läfst. Eben so wenig wird sie verändert, wenn man sie zuvor mit Sauerstoffgas mischt und dann durch ein solches Rohr hindurchleitet, oder in diess Gasgemenge eine brennende Kerze taucht. Andrerseits scheint das Brom nicht fähig zu seyn, das Wasser zu zersetzen, wie es das Chlor thut. Ich habe in der That weder Entwicklung von Sauerstoffgas noch Erzeugung von Bromwasserstoffsäure bemerkt, als ich Brom mit Wasserdämpfen durch ein glühendes Glasrohr hindurchgehen liess.

Die Bromwasserstoffsäure wird durch Chlor zersetzt, welches, indem es sich ihres Wasserstoffs bemächtigt, sogleich eine Menge röthlicher Dämpfe und einen Niederschlag von Brom in Tröpfchen bewirkt. Arbeitet man über Quecksilber, so werden diese Tröpfchen bald von dem Metall absorbirt, und die gasförmige Substanz, welche nach dieser Einwirkung übrig bleibt, besitzt alle Kennzeichen der Chlorwasserstoffsäure.

Gewisse Metalle können ebenfalls das Bromwasserstoffsäure-Gas zersetzen. Das Quecksilber, wenn es rein ist, scheint keine Veränderung darin zu bewirken; aber Zinn und Kalium bringen eine völlige Zersetzung zuwege, das erste bei einer etwas erhöhten, das letztere bei gewöhnlicher Temperatur. Ein Stück Kalium, das in eine graduirte und mit diesem Gase gefüllte Röhre hineingebracht wurde, verlor bald seinen Metallglanz und ging in eine weisse Substanz über,

die, bei Einwirkung von Chlor, Brom entwickelte. Das Volumen der gasigen Substanz verminderte sich bei diesem Versuche genau auf die Hälfte, und Wasserstoffgas fand man als Rückstand.

Das Bromwasserstoffsäure-Gas würde diesem Versuche nach, eine ähnliche Zusammensetzung haben, wie das Chlor- und Jodwasserstoffsäure-Gas, d. h. es würde aus gleichen Volumen Wasserstoffgas und Bromdämpfen gebildet seyn, ohne Vergrösserung oder Verringerung des Volumens.

Das Bromwasserstoffsäure-Gas ist sehr auflöslich im Wasser. Diese Auflösung kann bereitet werden, sowohl dadurch, daſs man Brom mit flüssiger Schwefelwasserstoffsäure behandelt, als auch, indem man das nach einem der bereits angezeigten Verfahren entwickelte saure Gas in Wasser streichen läſst. Dieſs erhitzt sich, nimmt an Volumen zu, erlangt eine grosse Dichtigkeit und auch die Eigenschaft, an der Luft weiſse Dämpfe auszustoſsen. Diese Auflösung ist bei zweckmäſsiger Bereitung farblos; wenn aber das Bromwasserstoffgas mit Dämpfen von Brom gemengt gewesen ist, besitzt sie eine sehr dunkle röthliche Farbe. Man kann der farblosen Auflösung des Bromwasserstoffgases diese Farbe geben, wenn man sie mit Brom schüttelt. Sie löst mehr davon auf, als ein gleiches Volumen von reinem Wasser gethan haben würde. Diese Auflösung könnte mit dem Namen *bromhaltige Bromwasserstoffsäure* bezeichnet werden. Wenn man diese neue Verbindung erhitzt, so entwickeln sich Bromdämpfe und Bromwasserstoffsäure und es bleibt eine saure Auflösung zurück, die zwar farblos, aber auch weniger concentrirt ist.

Das *Chlor* wirkt augenblicklich auf die flüſſige Bromwaſſerſtoffſäure und theilt ihr die Farbe des freigewordenen Broms mit. Die *Salpeterſäure* wirkt auf die Bromwaſſerſtoffſäure nicht ſo plötzlich, aber deſto kräftiger, ſobald die Reaction angefangen hat. Es wird alsdann viel Brom frei gemacht und wahrſcheinlich Waſſer nebſt ſalpetriger Säure erzeugt. Man erhält dadurch eine dem Königswaſſer ähnliche Flüſſigkeit, die wirklich Gold und Platin auflöſt. Die *Schwefelſäure* beſitzt in einem gewiſſen Grade ebenfalls die Eigenſchaft, die Bromwaſſerſtoffſäure zu zerſetzen. Bei Entwicklung dieſes Gaſes mittelſt Schwefelſäure ſieht man nicht ſelten, daſs ſich Bromdämpfe und ſchwefligſaures Gas erzeugen, durch eine Reaction, deren Urſachen leicht zu begreifen ſind *).

Gewiſſe *Metalle* wirken auf die Bromwaſſerſtoffſäure. Das Eiſen, Zink und Zinn löſen ſich in derſelben unter Entwicklung von Waſſerſtoffgas auf. Die *Metalloxyde*, mit dieſer Säure in Berührung geſetzt, wirken verſchiedenartig auf ſie. Der gröſsere Theil von ihnen, die Alkalien, die Erden, die Eiſenoxyde, das Kupfer- und das Queckſilber-Oxyd bilden flüſſige (auflösliche? *P.*) Verbindungen, die man als bromwaſſerſtoffſaure Salze betrachten kann. Dagegen giebt es Oxyde, mit welchen die Bromwaſſerſtoffſäure eine dop-

*) Ich habe mich überzeugt, daſs es zur Vermeidung dieſer Unannehmlichkeit beſſer iſt, die Schwefelſäure auf ganze Kryſtalle zu gieſsen, als auf das Pulver derſelben. Je gröſser das Volumen der Kryſtalle, und je geringer die Menge der Schwefelſäure iſt, um ſo geringer iſt der Antheil der Bromwaſſerſtoffſäure, welcher in dieſem Falle zerſetzt wird.

pelte Zerlegung veranlasst, indem sich Wasser und Brommetalle erzeugen; solche Oxyde sind das Blei- und Silberoxyd. Diejenigen Oxyde, welche viel Sauerstoff enthalten, keine Verwandtschaft zur Bromwasserstoffsäure besitzen, oder durch Zerlegung derselben keine ihrem hohen Oxydationsgrade entsprechende Bromverbindung bilden können, verlieren einen Theil ihres Sauerstoffs, und dieser, indem er einen Theil der Bromwasserstoffsäure zersetzt, macht Brom frei. Die so eines Theils ihres Sauerstoffs beraubten Oxyde bilden nun mit der Säure, welche der Zersetzung entging, ein bromwasserstoffsaures Salz oder ein Brommetall. Eine derartige Wirkung üben die Mennige, das braune Bleioxyd, die Antimonsäure und das Manganhyperoxyd aus. Die Wirkung zwischen dem letzteren und der Bromwasserstoffsäure kann man auch gebrauchen, um Brom zu bereiten. Diese, der Bereitungsart des Chlorgases ähnliche, Methode ist leichter auszuführen, als das schon von mir angezeigte Verfahren.

Das Brom hat, wie man sieht, zum Wasserstoffgase eine geringere Verwandtschaft wie das Chlor, aber eine grössere wie das Jod. Der Wasserstoff vereinigt sich leicht mit Chlor; schwieriger ist es, ihn geradezu mit Jod und mit Brom zu verbinden. Das Chlor zersetzt das Wasser in einer hohen Temperatur; Brom und Jod können unter gleichen Umständen dasselbe nicht zersetzen. Die Bromwasserstoffsäure wird endlich durch Chlor zersetzt; aber das Brom zersetzt seinerseits die Jodwasserstoffsäure. Die Wirkung der Metalle auf diese Wasserstoffsäuren führt auch zu demselben Schlusse. Die Jodwasserstoffsäure zersetzt

sich in Berührung mit Quecksilber; die reine Bromsäure hingegen kann lange über diesem Metalle süfs bewahrt werden, ohne eine merkliche Veränderung zu erleiden; bei einer etwas höheren Temperatur aber fängt sie an vom Zinn zersetzt zu werden, welches bei dieser Temperatur keine Wirkung auf die Chlorwasserstoffsäure ausübt.

Es folgt aus dieser ungleichen Verwandtschaft, dafs die Eigenschaften des Bromwasserstoffsäure-Gases gewissermafsen das Mittel halten zwischen denen des Chlor- und Jodwasserstoffsäure-Gases. Ist es dem ersten darin ähnlich, dafs es sich unter dem gemeinschaftlichen Einflufs einer hohen Temperatur und des Sauerstoffgases nur schwierig zersetzt, so nähert es sich dagegen dem andern durch die Eigenschaft, dafs es bis zu einem gewissen Punkte von der Schwefelsäure zersetzt wird und fähig ist, einen Ueberschufs von Brom aufzunehmen.

### VI. Von den bromwasserstoffsauren Salzen und den Brommetallen.

Die Wirkung des Broms auf die Metalle hat grofse Aehnlichkeit mit der, welche das Chlor auf diese Körper ausübt. Das Antimon und Zinn brennen in Berührung mit Brom. Das Kalium entwickelt so viel Wärme und Licht, dafs eine Verpuffung entsteht, die heftig genug ist, um die Glasgefäfse, mit welchen man arbeitet, zu zersprengen, und das Product der Verbindung weit umher zu schleudern.

Die auf directem Wege erzeugten Brommetalle, namentlich das Bromkalium, scheinen ihrem Ansehen und ihren Eigenschaften nach völlig mit denen über-

einzukommen, die man durch Behandlung der Metalloxyde mit Bromwasserstoffsäure erhält, sey es auf trocknem Wege oder auf nassem, nachdem man die Auflösung verdampft und krystallisiren gelassen hat. Die Auflösungen derselben in Wasser haben alle Eigenschaften der entsprechenden bromwasserstoffsauren Salze. Alles dieses macht es sehr wahrscheinlich, dass gleich den Chlor- und Jodverbindungen die Brommetalle sich bei Auflösung in Wasser in bromwasserstoffsaure Salze verwandeln und umgekehrt die bromwasserstoffsauren Salze in Brommetalle, wenn sie in den festen Zustand übergehen *). Das Studium dieser beiden Klassen von Verbindungen kann also ohne Unbequemlichkeit nicht getrennt werden.

Da ich nur eine geringe Anzahl von bromwasserstoffsauren Salzen und Bromverbindungen bereitet habe, so kann ich noch nicht im Allgemeinen von ihnen reden. Ich begnüge mich, zu sagen, dass man die bromwasserstoffsauren Salze leicht daran erkennt, dass sie gelb werden und Brom entwickeln, wenn man auf sie einen Körper wirken läst, welcher starke Anziehung zum Wasserstoff besitzt, wie die Chlorsäure, Salpetersäure und besonders das Chlor; diess macht klar, warum dieser letztere Körper zur Gewinnung des Broms angewandt werden kann. Was die Bromverbindungen betrifft, so werden sie alle durch das Chlor unter Entwicklung von Brom zersetzt.

*) Die Annahme, dass sich die Brommetalle unzersetzt in Wasser auflösen, hat indess eben so viel Wahrscheinlichkeit und noch dazu die Gleichförmigkeit in der Nomenclatur für sich; jedoch sind hier die Unterscheidungen des Verfass. zwischen Brommetallen und bromwasserstoffsauren Salzen unverändert beibehalten worden. P.

*Bromkalium.* Zur Bereitung des Bromkaliums habe ich mehrere Verfahrungsarten angewandt: 1) ich erhielt es, indem ich das Metall in den Dampf von Brom brachte; 2) indem ich mittelst seiner die Bromwasserstoffsäure zersetzte; 3) indem ich geradezu diese Säure mit Kali verband, die Auflösung verdampfte und den Rückstand trocknete; 4) können die kubischen Krystalle, welche man durch Sättigung des mit Brom beladenen Aethers durch Kali erhält, entweder als bromwasserstoffsaures Kali oder als Bromkalium betrachtet werden. Sie enthalten beständig eine kleine Menge chlorwasserstoffsaures Kali oder Natron.

Auf welche Weise man auch das Bromkalium bereitet, es hat immer die nämlichen Eigenschaften. Wenn man es aus seiner Auflösung in Wasser krystallisiren läfst, so nimmt es gewöhnlich die Gestalt von Würfeln an, zuweilen die von langen rechtwinkligen Parallelepipeden. Sein Geschmack ist stechend. Der Wärme ausgesetzt, verknistert es und schmilzt im feurigen Flufs ohne Veränderung zu erleiden.

Vom *Chlor* wird es in einer erhöhten Temperatur zerlegt; es wird Brom entwickelt und Chlorkalium gebildet. Das *Jod* hat keine Wirkung auf dasselbe, selbst nicht in einer hohen Temperatur. Hingegen entwikkelt das Brom, welches man über geschmolzenes Jodkalium streichen läfst, violette Dämpfe in reichlicher Menge. Die *Boraxsäure* kann dasselbe in der Rothglühhitze nicht zersetzen, wenigstens wenn man keine Wasserdämpfe durch das erhitzte Gemeng hindurchgehen läfst; in diesem Falle entwickelt sich Bromwasserstoffsäure.

Das Bromkalium verwandelt sich bei Berührung

mit Wasser in bromwasserstoffsaures Kali; dieses löst sich mehr in warmen als in kaltem Wasser auf und erzeugt dabei eine merkliche Kälte. Es löst sich auch in Alkohol, doch in geringer Menge. Die Auflösung des bromwasserstoffsauren Kalis löst nicht mehr Brom auf, als es reines Wasser gethan haben würde.

Die Schwefelsäure zersetzt es und entwickelt Dämpfe von Bromwasserstoffsäure und Brom. 1,21 Grm. Brom auf diese Weise behandelt, ließen als Rückstand 0,973 schwefelsaures Kali. Diese Salzmenge enthält 0,52668 Kali, welche aus 0,08927 Sauerstoff und 0,43741 Kalium gebildet sind. Diesem Versuche nach würde das Bromkalium zusammengesetzt seyn, aus:

| | |
|---|---|
| Brom | 65,56 |
| Kalium | 34,44 |
| | 100,00 |

Wenn man annimmt, daſs diese Verbindung aus einem Atome Brom und einem Atome Kalium gebildet ist, so wird das Atomengewicht des ersteren 93,26 seyn, falls das Atomengewicht des Sauerstoffs durch 10 dargestellt wird.

Die Brommetalle verwandeln sich in neutrale bromwasserstoffsaure Salze, wenn man sie in Wasser auflöst. Dieses wird zersetzt und zwei Volumina Wasserstoff verlassen ein Volumen Sauerstoff, das sich mit dem Metall vereinigt. Da die Bromwasserstoffsäure aus gleichen Voluminibus Wasserstoff und Bromdampf gebildet ist, so folgt daraus, daſs die beiden freigewordenen Volumina Wasserstoff vier Volumina Bromwasserstoffsäure erzeugen müssen. Man muſs daraus schlieſsen, daſs die bromwasserstoffsauren Metall-

oxyde ein Volumen von der Bromwasserstoffsäure enthalten, das vier Mal so groſs ist, als das des Sauerstoffs in ihrem Oxyde. Da nun die 0,08921 Gram Wasserstoff ein Volumen von 1,0662 Litre einnehmen, so müssen 1,470 Gram Bromkalium 0,2496 Lit. Bromwasserstoffsäure geben. Nach diesen Daten würde das specifische Gewicht des Bromdampfes 5,1354 seyn und das der Bromwasserstoffsäure 2,6021. Ich habe noch nicht untersucht, ob diese von der Theorie gegebenen Resultate durch die Erfahrung bestätigt werden.

*Bromwasserstoffsaures Ammoniak.* Das Bromwasserstoffsäure-Gas vereinigt sich zu gleichen Volumen mit dem Ammoniakgas. Es entsteht daraus eine salzartige Verbindung, die man auch durch Vermischung der Bromwasserstoffsäure mit Ammoniaklösung erhalten kann. Ich bereitete ferner bromwasserstoffsaures Ammoniak, indem ich gasförmiges oder in Wasser gelöstes Ammoniak durch Brom zersetzte. Die Resultate dieser Wirkung sind eine Erregung von Wärme ohne Licht, eine Entwicklung von Stickgas und Bildung von bromwasserstoffsaurem Ammoniak. — Ob sich in einem dieser Fälle eine dem Bromstickstoff analoge Verbindung bilde, habe ich nicht beobachten können. — Das bromwasserstoffsaure Ammoniak ist fest und weiſs. Der feuchten Luft ausgesetzt, wird es gelb, und erlangt die Eigenschaft, das Lackmuspapier zu röthen. Es krystallisirt in Form von langen Prismen, in welchen andere kleinere rechtwinklig eingewachsen sind. Bei Erhitzung verflüchtigt es sich.

*Bromwasserstoffsaurer Baryt.* Dieses Salz erhielt ich durch Schütteln der ätherischen Bromlösung mit Barythydrat, oder auch durch directe Verbindung von

Baryt mit Bromwasserstoffsäure. Der bromwasserstoffsaure Baryt schmilzt, wenn er erhitzt wird. Er ist sehr löslich in Wasser und löst sich auch in Alkohol auf. Seine Krystalle, welche sich zu opaken Warzen zusammenhäufen, haben keine Aehnlichkeit mit den durchsichtigen Schuppen, welche das Chlorbarium zeigt.

*Bromwasserstoffsaure Talkerde.* Dieses unkrystallisirbare, zerfliesliche Salz wird wie das chlorwasserstoffsaure in einer hohen Temperatur zersetzt.

*Bromblei.* Wenn man in eine Bleilösung einige Tropfen eines in Wasser gelösten bromwasserstoffsauren Salzes bringt, so bildet sich ein weißer Niederschlag von krystallinischem Ansehen und im Aeußern dem Chlorblei ähnlich. Dieser Niederschlag, stark erhitzt, schmilzt zu einer rothen Flüssigkeit, welche nur weiße, sehr schwache Dämpfe ausstößt, die beim Erkalten zu einer Substanz von schön gelber, dem Mineralgelb ähnlicher Farbe erstarren. Im Zustande der Vertheilung wird das Bromblei durch Salpetersäure und Schwefelsäure zersetzt, im ersten Falle unter Entwicklung von Brom, im andern unter Entwicklung von Bromwasserstoffsäure. Die starke Cohäsion, welche es durch Schmelzung erlangt, macht, daß es alsdann von Salpetersäure nicht angegriffen wird. Es kann sodann nur mittelst siedender Schwefelsäure zersetzt werden.

*Bromzinn* im Maximo. Ich habe schon angeführt, daß sich das Zinn unter Entwicklung von Wasserstoffgas in Bromwasserstoffsäure auflöst. Das daraus hervorgehende bromwasserstoffsaure Salz, zur Trockne gebracht, geht in Bromzinn in Maximo über, das ich

wenig unterſucht, aber doch als ſehr verſchieden von der Verbindung erkannt habe, welche man durch directe Einwirkung des Broms auf Zinn erhält. Dieſes iſt offenbar das Bromzinn im Maximo. Das Zinn brennt in Berührung mit Brom und verwandelt ſich in eine feſte, weiſse, kryſtalliniſch ausſehende, ſehr ſchmelzbare, und leicht verdampfbare Verbindung. An feuchter Luft ſtöſst dieſe Verbindung nur Spuren von weiſsen Dämpfen aus. Es löſt ſich ohne merkliche Wärmeentwicklung in Waſſer auf und verwandelt ſich in ſaures bromwaſſerſtoffſaures Oxyd. In heiſse Schwefelſäure gebracht, wird es flüſſig und bleibt in Geſtalt von öligen Tropfen am Boden der Flüſſigkeit liegen, ohne merkliche Veränderung zu erleiden. Die Salpeterſäure dagegen bewirkt in wenig Augenblicken eine lebhafte Entwicklung von Brom. Das Bromzinn im Maximo entſpricht dem Liquor fumans Libavii, beſitzt aber, wie man ſieht, nur wenige der Eigenſchaften dieſer Verbindung.

*Bromqueckſilber.* Das Queckſilber kann ſich in mehreren Verhältniſſen mit dem Brom verbinden. Eine Auflöſung von bromwaſſerſtoffſaurem Alkali bewirkt in der von ſalpeterſaurem Queckſilberoxydul einen weiſsen Niederſchlag, der dem Calomel ähnlich iſt und der Bromqueckſilber im Minimo zu ſeyn ſcheint. — Das Brom greift das Queckſilber ſtark an. Die Verbindung geſchieht unter Entwicklung von Wärme ohne Lichterſcheinung. Es entſteht daraus eine weiſse bei Erhitzung ſich ſublimirende Subſtanz, die in Waſſer, in Alkohol und beſonders in Aether auflöslich iſt, von den Alkalien roth oder gelb gefällt

wird und viele Aehnlichkeit mit dem ätzenden Sublimat zeigt. Sie unterscheidet sich von diesem durch die Eigenschaft, bei Behandlung mit Salpetersäure, oder noch besser mit Schwefelsäure, röthliche Dämpfe von Brom zu geben. Der Vorzug, den die letztere Säure in diesem Falle zu erlangen scheint, rührt meiner Meinung nach daher, dass sie bei einer höheren Temperatur wirken kann.

*Bromsilber.* Das salpetersaure Silber erzeugt in den auflöslichen bromwasserstoffsauren Salzen einen käseartigen Niederschlag von Bromsilber. Diese Verbindung ist von einem schwachen Zeisiggelb, wenn sie im Schatten getrocknet worden; sie schwärzt sich dagegen, wenn man sie, noch feucht, dem Lichte aussetzt, aber weniger leicht, als das Chlorsilber. Wie dieses, ist sie unauflöslich in Wasser, auflöslich in Ammoniak und unauflöslich in Salpetersäure. Durch diese Säure wird sie gar nicht verändert, selbst nicht bei der Siedehitze; siedende Schwefelsäure dagegen entwickelt aus ihr einige Dämpfe von Brom. — Das Bromsilber schmilzt bei Erhitzung zu einer röthlichen Flüssigkeit, welche beim Erkalten zu einer gelben Substanz von hornartigem Ansehen erstarrt.

Das Wasserstoffgas im Augenblicke seiner Entstehung kann das Bromsilber zersetzen; es erzeugen sich alsdann metallisches Silber und Bromwasserstoffsäure. Ich habe mich dieser Methode bedient, um das Bromsilber zu zerlegen. Eine wohl gewägte Menge dieses Brommetalls brachte ich in ein Gemenge von gekörntem Zink und verdünnter Schwefelsäure. Das Silber wurde reducirt und ich wägte

dasselbe, nachdem ich mich überzeugt hatte, dass das Zink gänzlich aufgelöst worden, und ich die nöthigen Handgriffe angewandt hatte.

Das Mittel aus zwei Versuchen, die nur wenig von einander abwichen, gab für die Zusammensetzung dieses Körpers:

| | | |
|---|---|---|
| Silber | . . . | 589 |
| Brom | . . . | 411 |
| | | 1000 |

welches für das Atomengewicht des Broms die Zahl 94,29 liefert; eine Zahl, die nur wenig von der aus der Analyse des Bromkaliums abgeleiteten verschieden ist.

*Bromgold.* Das Brom und seine Auflösung in Wasser können ein wenig Gold auflösen. Man erhält dadurch ein gelbes Brommetall, welches thierische Substanzen violett färbt und sich durch Wärme in Brom und metallisches Gold verwandelt.

*Bromplatin.* Das Platin wird bei gewöhnlicher Temperatur nicht vom Brom angegriffen. Indess löst es sich auf, wenn man es mit einer Mischung aus Bromwasserstoffsäure und Salpetersäure in Berührung bringt, und bildet eine Verbindung von gelber Farbe, die sich in der Wärme zersetzt und die, wie das Chlorplatin, in den Auflösungen von Kali- und Ammoniaksalze, gelbe, wenig auflösliche Niederschläge hervorbringt.

### VII. Von der Wirkung des Broms auf die Metalloxyde.

Das Brom kann auf die Metalloxyde unter verschiedenen Umständen wirken: 1) für sich und in

ſtarker Hitze, 2) bei gewöhnlicher Temperatur und unter Mitwirkung von Waſſer.

Wenn man Bromdämpfe bei Rothglühhitze über Kali, Natron, Baryt und Kalk, hinwegleitet, ſo entſteht ein lebhaftes Erglühen; es entwickelt ſich Sauerſtoffgas und in der Röhre findet man Bromkalium, Bromnatrium u. ſ. w. Es iſt mir nicht gelungen, auf dieſe Weiſe Magneſia zu zerſetzen, ebenſowenig als Zirkonerde. Das Brom geht über dieſe glühenden Erden hinweg, ohne ſich mit ihnen zu verbinden und ohne Spuren von Sauerſtoff zu entwickeln. — Das ſublimirte Zinkoxyd erleidet in hoher Temperatur keine Veränderung durch das Brom.

Die Metalloxyde, welche vom Brom zerſetzt werden können, ſcheinen ſich dieſer Zerſetzung zu entziehen, wenn ſie mit einer ſtarken Säure verbunden ſind. Ich habe auch vergeblich geſucht, durch Hinüberleiten von Brom über rothglühendes ſchwefelſaures Kali Sauerſtoffgas zu entwickeln. Dieſs iſt nicht der Fall, wenn die Säure nur wenig Verwandtſchaft zum Metalloxyde hat. Die kohlenſauren Alkalien werden in der That durch das Brom gänzlich zerſetzt; dieſes entwickelt ein Gas, welches aus zwei Raumtheilen Kohlenſäure und aus einem Raumtheil Sauerſtoffgas beſteht.

Ganz anders ſind die Erſcheinungen, wenn man das Brom auf die genannten Alkalien und Erden, im Zuſtande der Auflöſung oder der Vertheilung in einer groſsen Menge Waſſer, wirken läſst. Man nimmt keine Entwicklung von Sauerſtoffgas gewahr; der Geruch und die Farbe des Broms verſchwinden;

aber die Verbindung, welche sich bildet, besitzt die Eigenschaft, dass sie mittelst schwacher Säuren, wie Essigsäure, Brom giebt, und die Lackmustinktur augenblicklich entfärbt. Diesen Versuchen nach würde das Brom im Stande seyn, Verbindungen mit Oxyden zu bilden, ähnlich dem Chlorkalk, Chlornatron u. s. w.

Wenn man Brom mit einer sehr concentrirten Auflösung von Kali in Berührung bringt, oder den mit Brom beladenen Aether mit diesem Alkali in fester Gestalt schüttelt, so erhält man durch Verdampfung der Flüssigkeit nicht bloss kubische Krystalle von bromwasserstoffsaurem Kali, sondern auch andere nadelförmige, die nichts anderes zu seyn scheinen, als bromsaures Kali. Der Baryt verhält sich zu dem Brom auf dieselbe Art. Eben so der Kalk. Die Magnesia scheint diese Eigenschaft nicht zu besitzen. Die Analogie sagt hinlänglich, dass die Bildung dieser beiden Salze auf die Zersetzung des Wassers gegründet ist.

Das Wasser, welches unter Mitwirkung von Alkalien so leicht zersetzt wird, wird es ebenfalls, doch auf eine weniger verwickelte Art, wenn das Brom unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen auf dasselbe wirkt. Eine Auflösung von Brom in Wasser, welche ich lange Zeit den Sonnenstrahlen ausgesetzt hatte, gab mir merkliche Anzeigen von Bromsäure und Bromwasserstoffsäure, deren Bildung kaum anders, als durch die Annahme, dass Wasser zersetzt worden ist, erklärt werden kann.

Es scheint mir aus den in diesem und dem vorhergehenden Paragraphen enthaltenen Thatsachen der

Schluſs gemacht werden zu können, daſs das Brom auf die Metalle eine weniger kräftige Wirkung ausübt, als das Chlor, aber eine ſtärkere, als das Jod. Die Entwicklung von Licht und Wärme, welche die Vereinigung mit dieſen Körpern begleitet, übertrifft bei weitem die, welche das Jod unter dieſen Umſtänden erzeugt. Daſs das Zinn ſich mit dem Brom unter Lichtentwicklung verbindet, was es nicht mit dem Chlor thut, rührt vielleicht daher, daſs das Brom, weil es flüſſig iſt, den Vortheil hat, in einer viel gröſseren Maſſe zu der Verbindung beizutragen.

Die Jodverbindungen werden durch das Brom zerſetzt und umgekehrt die Bromverbindungen durch das Chlor. Das Jod, welches bei einer erhöhten Temperatur das Kali und Natron ſehr gut zerſetzt, wirkt nicht ſo auf den Baryt, ſondern verbindet ſich geradezu mit dieſem. Das Brom dagegen zerſetzt dieſe Baſis und ſelbſt den Kalk, kann aber auf Magneſia nicht ſo kräftig wirken; während das Chlor ſeine zerſetzende Wirkung auf dieſes Oxyd ausdehnt.

(Beſchluſs im nächſten Heft.)

---

## V.

### *Ablenkung der Magnetnadel durch den Strom einer gewöhnlichen Elektriſirmaſchine und der atmoſphäriſchen Elektricität;*

vom Hrn. Dr. Colladon aus Genf *).

Die Volta'ſche Säule im Zuſtande der Spannung und eine Elektriſirmaſchine in Bewegung, ſind zwei ähn-

*) Annales de Chimie et de Physique, XXXIII. 62.

liche Instrumente, die gleiche Erscheinungen hervorbringen. Beide vermögen die Elektricität in dem Grade zu häufen, daſs ein Elektrometer divergirt und eine continuirliche Reihe von Funken erzeugt wird. Wenn man an der Säule die beiden Enden durch einen Leiter der Elektricität verbindet, so hören die Erscheinungen der elektrischen Spannung gänzlich auf. Die beiden Flüssigkeiten, die unaufhörlich durch die elektromotorische Kraft getrennt werden, vereinigen sich in demselben Augenblicke in dem Schlieſsungsdrahte und erzeugen das, was man *einen Strom* nennt. Die Wirkung dieser Ströme erzeugt zwei groſse neue Erscheinungen: die chemischen Zersetzungen und die Ablenkung der Magnetnadel. Es scheint also, daſs eine Elektrisirmaschine ähnliche Erscheinungen zeigen müsse, wenn man den Conductor durch einen Metallbogen mit dem Reibezeuge verbindet, so daſs ein Strom erzeugt wird. In der That ist es Hrn. Wollaston gelungen, durch eine sehr sinnreiche Vorrichtung die von einem solchen Strome bewirkten Zersetzungen sichtbar zu machen, auch hat Hr. Arago gezeigt, daſs dieser Strom Stahldrähte magnetisiren könne; aber alle bisher gemachten Versuche, um durch ihn die Magnetnadel abzulenken, sind, selbst mit Hülfe eines Multiplicators, ohne Erfolg gewesen. Dieſs hat veranlaſst, daſs man einen Unterschied machte zwischen continuirlichen Strömen, dergleichen die geschlossenen elektromotorischen Kreise erzeugten und allein im Stande wären, die Magnetnadel abzulenken, und discontinuirlichen Strömen, den einzigen, welche die Elektrisirmaschine hervorzubringen vermöchte, und welche die Nadel nicht mehr ablenkten, weil

in ihnen die Elektricität nur in fucceffiven Intervallen übergingе. Um diefe Verfchiedenheit zu erklären, hat man gefagt, dafs die Gefchwindigkeit der Elektricität in einer Volta'fchen oder thermo-elektrifchen Kette unendlich fey in Bezug auf die Bewegung, welche der Scheibe einer Mafchine mitgetheilt wird und die Elektricität auf den Conductor bringt, und dafs folglich die abfoluten Quantitäten, welche in dem Strome circulirten, in dem nämlichen Verhältniffe ftehen müfsten. Die vorhin erwähnten Verfuche, fo wie das continuirliche Licht, das fich an dem Ende einer auf dem Conductor befeftigten Spitze erzeugt, fcheinen indefs mit diefer Meinung nicht übereinzuftimmen. Indem ich glaubte, dafs man vielleicht zu geringe Mengen von angehäufter Elektricität oder unvollkommen ifolirte Galvanometer angewandt hätte, wiederholte ich diefen Verfuch und bediente mich dabei eines Galvanometers von 100 Windungen mit zwei Nadeln, eines folchen, wie von Hrn. Nobili angegeben wurde *). Der Draht

*) Der „*Galvanomètre à deux aiguilles*" des Hrn. Nobili befteht nach der von ihm in der Bibliothèque universelle, T. XXIX. p. 119 gegebenen Befchreibung wefentlich in Folgendem. Zwei Magnetnadeln von gleicher Länge und beinahe gleicher Intenfität werden in der Mitte durchbohrt und fo auf einen Strohhalmen gefchoben, dafs fie gegen einander parallel und in umgekehrter Richtung liegen. Um die Nadeln aufzuhängen, wird durch den Strohhalmen ein Faden gezogen und am unteren Ende mit einem Knoten verfehen. Nun wird ein 22''' langer und 12''' breiter und 6''' hoher Rahmen feiner Länge nach mit einem 0''',2 dicken, mit Seide überfponnenen Kupferdraht umwickelt, und zwar fo, dafs die Windungen, neben einander liegend, zweimal die ganze Breite des

war doppelt mit Seide besponnen. Um nun eine beträchtliche Menge von Elektricität zu haben, wandte ich eine Batterie von 30 Flaschen an, die 4000 Quadratzoll Oberfläche besaſs. Zur Vermeidung aller von elektrischen Attractionen und Repulsionen herrührenden Bewegung, stellte ich meinen Galvanometer in einem besonderen Zimmer auf, von wo er durch zwei

Rahmens einnehmen, und in der Mitte eine Oeffnung bleibt, durch welche man die untere Nadel hindurchführen kann, ohne sie in ihren Bewegungen zu hemmen. Die Nadeln, von denen sich also die eine über und die andere unter den oberen Theil der Windungen befindet, werden alsdann mittelst des Fadens an einen Träger aufgehängt; die obere Nadel, welche allein sichtbar bleibt, dient zugleich als Zeiger, um an einem auf den Windungen befestigten getheilten Kreise die Gröſse der Ablenkung abzulesen. Verbindet man nun die Enden des Kupferdrahtes mit der galvanischen oder thermo-magnetischen Kette, so ist klar, daſs der Theil der Windungen, welcher zwischen den Nadeln liegt, beide, vermöge ihrer Lage, nach der nämlichen Seite hin ablenken muſs, und zwar, da beide an gemeinschaftlicher Axe befestigt sind und die Wirkung des Erdmagnetismus auf sie, durch ihre entgegengesetzte Lage, gröſstentheils aufgehoben ist, weit stärker als eine einzige Nadel. Es ist auch klar, daſs durch die in einer Ebene neben einander gelegten Windungen die Wirkung besonders verstärkt werden muſs, da die Nadeln bei dieser Einrichtung nicht aus dem Wirkungskreise der Drähte hinaustreten, wie es bei den zusammengeschnürten Windungen der Fall ist. Uebrigens sind die obigen Dimensionen nur als beispielshalber angeführt zu betrachten; sie können ohne Schaden dem jedesmaligen Zwecke gemäſs beliebig abgeändert werden. Den Rahmen verfertigt Hr. Nobili nicht aus Holz, sondern der gröſsern Leichtigkeit und Festigkeit wegen aus dünnen Blechen oder Drähten von Messing. P.

mit Seide besponnene und mittelst isolirender Fäden aufgehängte Kupferdrähte mit der Batterie in Verbindung stand. An das Ende jedes dieser Drähte war eine sehr feine Spitze angelöthet, um mit ihr die Elektricität auszuziehen. Diese beiden Spitzen werde ich die *Enden des Galvanometers* nennen.

Nachdem ich die Batterie so weit geladen hatte, bis sein Elektroskop zu divergiren anfing, brachte ich das eine Ende des Galvanometers mit der äusseren Belegung der Batterie in Berührung und näherte das andere Ende, mittelst einer Handhabe von Glas gehalten, dem Knopfe einer der Flaschen. Sobald es 4 oder 5 Centimeter (18 bis 22 par. Lin.) von diesem entfernt war, fing die Nadel des Galvanometers zu divergiren an. Als ich dasselbe bis auf 1 oder 2 Centimeter (4 bis 9 par. Lin.) näherte, ging die Ablenkung bis zu 25°; darauf wurde sie schwächer und nachdem sie fünf Sekunden gedauert hatte, hörte sie gänzlich auf. Die Art der Ablenkung war so, wie sie der Richtung des Stromes nach seyn musste.

Dieser Versuch gab bei oftmaliger Wiederholung stets dasselbe Resultat. So lange man dem Knopfe das nämliche Ende des Gavanometers gegenüberhielt, war die Ablenkung die nämliche. Ich gab hierauf dem Strome eine entgegengesetzte Richtung, indem ich die Enden des Galvanometers vertauschte. Diessmal fand eine Ablenkung der Nadel im entgegengesetzten Sinne Statt, und die Amplitude derselben war fast der beim ersten Male gleich. Dieser Versuch beweist, dass die Wirkung, welche beobachtet wurde, in Wahrheit von dem Strome herrührte.

Um indeſs dieſen Schluſs noch mehr zu erweiſen und um die Richtung des Stromes zu wechſeln, ohne irgend einen Theil des Apparats zu verändern, lud ich die Batterie abwechſelnd mit poſitiver und mit negativer Elektricität. Es wurden genau dieſelben Reſultate wie im erſten Falle erhalten. Jedes Mal änderte die Ablenkung ihre Richtung, wie wenn ich die Enden des Galvanometers abwechſeln lieſs. Um mich endlich zu verſichern, daſs die Reſultate nicht von einer Veränderung des magnetiſchen Zuſtandes der Nadel (changemens d'aimantation) herrührte, ſah ich mit Sorgfalt darauf, daſs die Nadel nach jedem Verſuche zu ihrem Ausgangspunkte zurückkehrte; dieſs geſchah ſehr genau, ſobald ich Sorge trug, durch einen hinlänglichen Zwiſchenraum zwiſchen dem Knopfe der Batterie und dem Ende des Galvanometers die Detonation zu vermeiden. Die Gröſse der Ablenkung war verſchieden nach der Intenſität der Ladung und nach dem Abſtande, bis zu welchem man die Spitzen genähert hatte. Ihre mittlere Gröſse betrug 20 bis 30 Grad; mehrmals ging ſie bis über 40° hinaus.

Ich wiederholte dieſen Verſuch in Gegenwart der Hrn. Arago, Ampère und Savary, und obgleich die Luft damals ſehr feucht war, gelang er dennoch vollkommen. Dieſe Herren ſahen, daſs der Sinn der Ablenkung jedesmal geändert wurde, wenn man die Enden des Leitungsdrahtes vertauſchte, und daſs er überdieſs beſtändig ſo war, wie er nach der Richtung des Stromes ſeyn muſste. Ich machte alsdann einige Verſuche mit einer bloſsen Elektriſirmaſchine, ſowohl mit einer von Nairne für beide Elektricitäten, als auch mit einer gewöhnlichen Maſchine, deren Scheibe fünf Fuſs

Durchmesser hatte, und zum physikalischen Kabinet des College de France gehörte. Als ich bei einem trocknen Wetter arbeitete, erhielt ich ziemlich regelmässige Ablenkungen, die aber nicht grösser als drei bis vier Grad waren.

Es ist demnach bewiesen, dass eine Elektrisirmaschine, gleich der Volta'schen Säule, einen Strom erzeugen kann, welcher die Magnetnadel ablenkt, und dass die Elektricität, welche man innerhalb einer gegebenen Zeit auf eine Batterie oder selbst auf einen Conductor häufen kann, ein endlicher Theil von derjenigen ist, die während derselben Zeit in einer geschlossenen elektro motorischen Kette circulirt. Es war interessant, diesen Vergleich auf eine genäherte Art auszuführen. Ich that es, indem ich an die Enden meines Galvanometers einen Platindraht löthete, und eine der Löthstellen auf 0° erhielt, während ich die andere in einem Quecksilberbade erhitzte. Bei 125° C. erreichte die Nadel des Galvanometers eine Ablenkung von 45°, die nämliche, welche ich mit der Batterie erhalten hatte. Der Gebrauch des Galvanometers kann also in einigen Fällen den des Elektrometers ersetzen, um etwas beträchtliche Mengen von Elektricität, welche auf Batterien angehäuft sind, oder von Spitzen eingesogen werden, zu messen. Es scheint, als könne die geringe Amplitude der beobachteten Ablenkungen ein Einwurf gegen die Anwendung dieses Mittels abgeben. Allein eine einfache Betrachtung hebt diese Schwierigkeit. Versuche, die vor einigen Jahren gemacht sind, haben gezeigt, dass ein mehrere Tausend Meter langer Draht die Ladung einer Leidner Flasche ohne merkliche Schwächung hindurch-

gehen läſst. Bei Verſuchen dieſer Art kann man alſo dem Galvanometer eine beliebige Anzahl von Windungen geben und dadurch ſeine Wirkungen bis ins Unbeſtimmte vervielfältigen. Handelt es ſich hingegen darum, die Wirkung eines von einer ſchwachen elektromotoriſchen Kraft erzeugten Stromes zu meſſen, ſo darf der Galvanometer nur eine begränzte Anzahl von Windungen haben, über welche hinaus die Länge des Drahtes ein Hinderniſs für den Durchgang der Elektricität wird, wie es auch die HH. Oersted und Fourier bei ihren thermoelektriſchen Verſuchen beobachtet haben. Die Iſolation der verſchiedenen Wirkungen des Galvanometers iſt ebenfalls von Wichtigkeit. Man kann auf dieſen Umſtand nicht aufmerkſam genug ſeyn, bei Verſuchen dieſer Art, wo die Elektricität, wenn ſie eine ſehr groſse Spannung hat, leicht von einer Windung zu der andern durch die Seide, welche dieſelben trennt, hindurchgeht. Ich machte daher einen Galvanometer von 500 Windungen, deſſen Draht mit Seide doppelt überſponnen war und an dem jede Reihe von Windungen durch einen mit Gummi überzogenen Taffet getrennt war. Bei Wiederholung der vorhergehenden Verſuche mit dieſem neuen Galvanometer erhielt ich Wirkungen, die faſt das Zehnfache von den früheren waren, was man hauptſächlich der Sorgfalt zuſchreiben muſste, mit welcher der Leitungsdraht iſolirt war. Ich ſagte, daſs die gröſste Ablenkung, welche ich mit meinem erſten Galvanometer durch den einfachen Strom einer Elektriſirmaſchine mit ſehr groſser Scheibe erhalten hatte, nicht gröſser als 3 bis 4 Grad geweſen wäre. Derſelbe Verſuch, wie-

derhölt mit dem Galvanometer von 500 Windungen, von dessen Enden das eine an dem Reibezeuge befestigt, und das andere zur Ausziehung der positiven Elektricität aus den Conductoren gebraucht wurde, gab folgende Resultate:

| Ablenkungen: | 18° | 10° | 5½° | 3° | 2° |
|---|---|---|---|---|---|
| bei Abständen von: | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 1,0 Meter |

| Ablenkungen: | 18° | 10° | 5½ | 3° | 2° | $18^{6}$ | 19°½ | 20° | 20° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| bei Abständ. von: | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 1,0 | 0,1 | 0,05 | 0,025 | 0,01 Meter |

Die Ablenkung war also noch merkbar, selbst wenn die Spitze um einen Meter von dem Conductor abstand. Man muss vor Allem bemerken, dass die einsaugende Kraft einer Spitze nahe proportional ist dem Abstande dieser Spitze von dem Conductor; dass aber bei einer gewissen Nähe die herausgezogene Menge fast dieselbe bleibt, wenn man die Spitze näher bringt. Als ich eine Cylindermaschine anwandte, die nur ein einziges Kissen hatte, blieb das Gesetz der Proportionalität für kleinere Abstände wahr und die Ablenkung vermehrte sich fortdauernd bis nahe zur Berührung.

Diese Verschiedenheit erklärt sich leicht, wenn man erwägt, dass an den Scheibenmaschinen die Oberflächen der vier Kissen gewöhnlich nur durch sehr unvollkommne Leiter in Verbindung stehen. Wenn man das Ende des Galvanometers in unmittelbare Berührung mit einer einzigen dieser Oberflächen bringt, so tritt ein Punkt ein, wo die in Distanz von dem Galvanometerdraht herausgezogene Elektricitätsmenge genau der gleich ist, welche ein einziges Reibekissen der Scheibe liefern kann und alsdann vergrössert sich die Wirkung nicht merklich.

Der folgende Versuch bestätigt diese Erklärung. Wenn man die einsaugende Spitze bis zur Berührung dem Conductor einer Scheibenmaschine nähert, so erzeugen sich augenblicklich Erscheinungen von elektrischer Spannung; die Nadel des Galvanometers wird sehr in Bewegung gesetzt und nach allen Seiten abgelenkt. Indem das eine Ende des Galvanometers mit dem Conductor, welchen die vier Reibekissen mit Elektricität versehen, in Berührung steht, während das andere Ende nur eine der negativen Flächen unmittelbar berührt, und der Draht überdiess seiner ganzen Länge nach isolirt ist, so muss er sich mit einem Ueberschuss von positiver Elektricität laden und die gewöhnlichen elektrischen Attractionen hervorbringen.

Diess ist keinesweges der Fall bei der Cylindermaschine von Nairne. Als man das eine Ende des Galvanometers am positiven Conductor und das andere Ende am negativen Conductor befestigte, war die Ablenkung fortdauernd vollkommen regelmässig; sie war proportional der Geschwindigkeit, mit der man die *Kurbel* umdrehte, als man die Bewegung dieser mittelst eines Zählers (Compteurs) regulirte. Die Ablenkung blieb auch unverändert so lange als der Versuch dauerte. Als z. B. die Kurbel dreimal in der Sekunde umgedreht wurde, erhielt man folgende Resultate:

| Ruhepunkt: | Ablenkungspunkt | absolute Ablenkung |
|---|---|---|
| 90° | 125° | 35° |

und nach Vertauschung der Enden des Galvanometers:

| | | |
|---|---|---|
| 90° | 54° | 36° |

Die Batterie von 4000 Zoll erzeugte Ablenkungen, die dem Maximum zu nahe lagen, als dafs man fie hätte meffen können; aber bei fehr langfamer Annäherung erhielt man einige Augenblicke hindurch eine conftante Ablenkung. So gab einer diefer Verfuche eine 65 Sekunden conftant anhaltende Ablenkung von 30 Grad.

Eine einzige Leidner Flafche von nur zwei halben Quadratfufs Oberfläche lenkte, als fie fo ftark wie möglich geladen wurde, die Nadel um 32 Grad ab.

Ich habe mehrere Verfuche gemacht, um die Beziehungen aufzufinden, die zwifchen der Anzahl der einfaugenden Spitzen, der gröfseren oder geringeren Zufchärfung derfelben und der Menge der eingefogenen Elektricität Statt findet, habe aber diefe Verfuche noch nicht genug vervielfältigt, um die Refultate derfelben bekannt machen zu können. Die vorhergehenden find hinlänglich, um zu zeigen, dafs das Galvanometer im Stande ift, mehrere Aufgaben über die gewöhnliche Elektricität zu löfen, und dafs zu diefem Zwecke feine Ablenkungen durch Vervielfältigung und Ifolirung feiner Windungen bedeutend vermehrt werden kann.

Ich mufs hier bemerken, dafs, als ich einen Platindraht an die Kupferdrähte des Galvanometers angelöthet hatte, um einen ähnlichen Vergleich, wie früherhin, anzuftellen, eine Temperaturdifferenz von 1000 Grad zwifchen den beiden Löthftellen keine merkliche Ablenkung erzeugte. Eine Kupfer-Zink-Kette von zwei Quadratfufs Oberfläche hatte nicht mehr Wirkung. Endlich erzeugte eine Säule von 24

Paaren von einem halben Fuſs im Quadrat, ſtark geladen, nur eine Ablenkung von 20 Grad. Dieſs rührte daher, daſs der Draht ſchon lang genug war, um den thermo-elektriſchen Strom völlig zu hemmen und den der Säule beträchtlich zu ſchwächen *).

Die Beziehungen, welche dieſe Verſuche zwiſchen den Wirkungen der von einer Elektriſirmaſchine erzeugten Ströme und denen einer Säule oder eines thermo-elektriſchen Apparates aufſtellen, geben ein Mittel, die abſolute Geſchwindigkeit zu meſſen, mit welcher die Elektricität in einem geſchloſsnen elektromotoriſchen Apparate circulirt, ſobald man das Verhältniſs ihrer elektromotoriſchen Kraft, oder der elektriſchen Spannung kennt, welche der Contact zweier Metalle oder die Reibung der Kiſſen erzeugen kann. Bei den Elektriſirmaſchinen iſt dieſe Circulationgeſchwindigkeit in der That durch die Bewegung der Glasſcheibe beſtimmt, mittelſt welcher die Elektricität mit einer bekannten Geſchwindigkeit zu den Conductoren übergeführt wird. Wenn die Spannung dieſer Electricität zehntauſend Mal ſo ſtark iſt, als die Spannung einer Volta'ſchen Kette von gleicher Oberfläche mit dem Reibekiſſen, und dennoch die von beiden Strömen erzeugten Wirkungen auf einen gegebenen Galvanometer die nämlichen ſind, ſo wird offenbar die Circulationsgeſchwindigkeit der Elektricität in der Volta'ſchen Kette zehntauſend Mal gröſser ſeyn, als

*) Vielleicht wäre die Ablenkung gröſser geworden, wenn der Galvanometerdraht völlig zuſammenhängend geweſen, anſtatt er aus zwei bloſs durch Torſion vereinigten Metalldrähten gebildet war.

die der reibenden Theile der Scheibe. Denn es iſt all- gemein angenommene Meinung, daſs die Ablenk- ung der Magnetnadel proportional iſt der Quantität von Elektricität, die in dem Strome flieſst.

Die vergleichend mit den [illegible] und den thermo- elektriſchen Ketten gemachten Verſuche zeigen, daſs die Leitungsfähigkeit der Metalldrähte nicht im umge- kehrten Verhältniſſe ihrer Länge ſteht. Wenn die elektromotoriſche Kraft ſchwach iſt, ſo reicht ein et- was längerer Metallbogen hin, um den elektriſchen Strom faſt gänzlich aufzuheben. Die Intenſität dieſes Stromes wächſt ſchnell ſo wie die Länge des Bogens abnimmt bis zu einer gewiſſen Gränze, welche von der Stärke der elektromotoriſchen Kraft abhängt.

Die Annahme von beſonderen Strömen von [illegible] licher Stärke, um die Attractionen und Repulſionen zu er- zeugen, hat alſo nichts Befremdendes, weil, wie ſchwach man auch die elektromotoriſche Kraft annehmen will, die dieſelben erzeugt, dennoch, wenn der Bogen un- endlich klein iſt, darin eine Compenſation vermöge der auſserordentlichen Geſchwindigkeit, mit der die Elek- tricität circulirt, Statt haben kann. Man ſieht ferner, daſs obgleich die wenig leitenden Körper, wie z. B. das reine Waſſer, nicht Theile eines elektromotoriſchen Kreiſes ausmachen können, ohne die Bewegung des Galvanometers zu hemmen, dennoch eine Luftſchicht von mehr als einem Meter nicht immer dieſe Art Wir- kung unterbricht, und daſs die Reſultate von der Energie der elektromotoriſchen Kraft abhangen, ſo daſs bei den Verſuchen über die Leitungsfähigkeit der Körper, dieſe ein wichtiges Element iſt, welches nicht vernachläſſigt werden darf.

## II. Versuche über die atmosphärische Elektricität.

Man weiſs, daſs metallische Spitzen so groſse Quantitäten von Elektricität aus den Wolken ziehen können, daſs sie sehr intensive Lichtbüschel erzeugen. Der Galvanometer kann ein genaues Mittel werden, die Menge der Elektricität, welche in diese Conductoren übergeht, zu messen. Obgleich diese Folgerung an sich klar scheint, so habe ich doch eine sich mir darbietende Gelegenheit benutzt, um sie zu bestätigen.

Am 4. August, um Mittag, als elektrische Wolken ein Gewitter verkündigten, lieſs ich auf dem Observatorio des Collége de France, eine Stange von 9 Meter Länge mit einer Metallspitze neben dem höchsten Blitzableiter, über welchen sie noch um einen Meter hinwegragte, aufrichten; sie trug einen Leitungsdraht, der sich in zwei sehr feinen und ein wenig divergirenden Nadeln endigte.

Der Leitungsdraht war mit Seide übersponnen und ging durch ein Glasrohr zu dem Zimmer hinab, wo der Galvanometer aufgestellt war. Das eine Ende des Galvanometers befestigte man an den Draht, während das andere Ende mit der Stange des Ableiters und folglich mit dem Erdboden in Verbindung stand. Kaum war der Apparat eingerichtet, als es zu donnern anfing. Die Nadel des Galvanometers, die anfangs auf 37° stand, wurde abgelenkt und oscillirte zwischen 34° und 32°. Die Richtung des Stromes zeigte, daſs die eingesogene Elektricität negativ war. Um mich davon zu versichern, riſs ich den Leitungsdraht ab; ich überzeugte mich, daſs das Elektrometer sich wirklich negativ lud.

Zwei Tage hernach, am 6. August, gab ein heftigeres Gewitter, als das erste, mir Gelegenheit, diesen Versuch zu wiederholen. Bei diesem Versuche betrug die Ablenkung im Mittel 10 bis 12 Grad und ging bis zu 22. Während der 20 Minuten, die mein Versuch dauerte, wechselte die Richtung des Stromes zwei bis drei Mal. Wirklich trieb ein heftiger Westwind die Wolken, so daſs sie rasch über den Conductor hinweggingen.

Als ich den Leitungsdraht im Augenblicke der gröſsten Ablenkung abreiſsen wollte, erhielt ich starke Funken, das Elektrometer divergirte mit Gewalt; als aber der Bogen hergestellt war, gab das empfindlichste Goldblatt-Elektrometer keine Zeichen von Spannung. Nach einigen Augenblicken, wo ein starker Regen fiel und die Träger des Leitungsdrahtes benetzte, verschwanden, sowohl am Galvanometer als am Elektrometer, die Anzeigen von Elektricität gänzlich, im Augenblicke, wo die Elektricität am stärksten zu seyn schien. An demselben Tage hatte ich mit dem nämlichen Galvanometer einen vergleichenden Versuch mit einer Batterie von 5000 Zoll gemacht. Die Entladung dieser Batterie hatte wegen der Feuchtigkeit der Luft nur eine Ablenkung von 12 bis 16 Grad erzeugt. Man muſs nicht vergessen, daſs diese Wirkungen mit dem ersten Galvanometer von 100 Windungen, dem einzigen, den ich damals besaſs, angestellt wurden.

Nachdem ich mir einen neuen Galvanometer gemacht hatte, bediente ich mich desselben statt des ersten, um diese Versuche über die atmosphärische Elektricität wieder vorzunehmen. Anfänglich erhielt ich

mehrere Tage hindurch nur Ablenkungen, deren *Maximum* 10 bis 20 Grad betrug. Während eines heiteren Wetters war die Ablenkung beständig null, und ich erhielt mit einem Bohnenbergerschen Elektrometer (Electroscope à feuille d'or et à deux électricités) keine Anzeigen von Elektricität. In einem einzigen Falle, während eines Gewitters, das in einiger Entfernung von Paris Statt fand, gaben Elektrometer und Galvanometer sehr merkliche Anzeigen von Elektricität; die Ablenkung erreichte 18°, obgleich man kein Gewölk über dem Observatorium bis auf 30° vom Zenith ab wahrnahm. Am 5. September endlich, zwischen 3 und 5 Uhr Nachmittags, gingen drei Wolken, von einem heftigen Westwinde getrieben und von Regen begleitet nach einander über Paris. Bei allen drei zeigte die Art der Ablenkung, daſs die eingesogene Elektricität anfänglich positiv war, hierauf schwächer wurde und sich plötzlich änderte, um bis zum gänzlichen Vorübergange der Wolken negativ zu bleiben.

Bei den beiden ersten betrug die Ablenkung im Mittel 50° bis 60° nach beiden Seiten; obgleich man keinen Blitz gewahrte, wuchs sie bei jedem Windstoſse plötzlich um 10 Grad *).

Das dritte Gewitter erzeugte noch beträchtlichere Ablenkungen, die zuweilen bis 87° gingen, d. h. bis nahe zum Maximum. Zehn Minuten lang war die Ablenkung im Sinne der positiven Elektricität, und als es anfing zu donnern, wechselte sie bei jedem Schlage ihre Richtung oder stieg plötzlich um meh-

*) Der Galvanometer war unter eine Glasglocke gestellt, um ihn gegen die Bewegungen der Luft zu schützen.

sere Grade; endlich wurde sie bleibend negativ bis zum gänzlichen Vorübergange der Wolke. Diese letzteren Versuche zeigen, dass der Galvanometer bei Untersuchungen über die atmosphärische Elektricität sehr nützlich werden kann. Wenn es erwiesen wäre, dass die Elektricität zur Bildung des Hagels beiträgt, so würde diess Instrument das einzige seyn, welches die Menge von Elektricität auf eine genaue Art kennen lehrte, die von mehr oder weniger zugeschärften und erhabenen, oder mehr oder weniger mit dem Boden verbundenen Spitzen eingesogen wird.

---

## VI.

### *Auszug aus einer Abhandlung über die Magnetisirung;*

von Hrn. Savary.

(Gelesen in der Akad. der Wissenschaften zu Paris am 31. Jul. 1826. Aus Ferr. d. Bullet. Sciences mathém. etc. Sept. 1826. p. 202.)

---

Man verdankt Hrn. Arago die wichtige Beobachtung, dass leitende Drähte, durch welche der Strom einer Volta'schen Säule oder eine Entladung von gewöhnlicher Elektricität hindurchgeht, den Stahl magnetisch machen. Die im letzteren Falle bewirkte Magnetisirung ist nach Hrn. Arago's Angabe ein sehr einfaches und sehr genaues Mittel, die Leitungsfähigkeit verschiedener Körper für die Elektricität von hohen Spannungen zu bestimmen. Das sinnreiche Verfahren, was derselbe für diese Art von Messung erdacht hat, besteht darin: 1) dass er einen elektrischen

Schlag ſich unter mehrere gleiche Drähte von glei-
cher Natur vertheilen läſst, wodurch man den Grad
der Magnetiſirung kennen lernt, den gleiche Portio-
nen dieſes durch jeden Draht gegangenen Schlages
bewirken; 2) daſs er einen Schlag, der dem erſteren
gleich iſt, ſich unter mehrere Drähte von verſchiede-
nen Metallen vertheilen läſst. Die Magnetiſirung,
welche jeder dieſer letzteren Drähte erleidet, lehrt mit-
telſt der Data des erſten Verſuches das Verhältniſs
kennen, nach welchem der elektriſche Strom ſich un-
ter dieſe vertheilt. Dieſe Verſuche, bei denen die
Magnetiſirung nur ein Mittel iſt, die Wirkung ver-
ſchiedener Drähte mit einander zu vergleichen, erfor-
dert bloſs, daſs die Nadeln in allen Stücken einander
ähnlich ſind und ſtets auf gleiche Art gegen dieſe
Drähte liegen. Hr. Ampère kam auf den Gedanken,
den Leitdraht (fil conducteur) in eine Schrauben-
linie aufzurollen und ſo die Wirkung des Stromes zu
vervielfältigen. Das Reſultat des Verſuches war, wie
er es erwartet hatte.

Die Abhandlung des Hrn. Savary unterſucht
die Geſetze, nach denen der Magnetismus (l'aimanta-
tion) ſich entwickelt und die Entfernung fortpflanzt.
Die Ströme, und vor allem die elektriſchen Schläge,
haben den Vortheil, daſs ſie eine Magnetiſirung bewir-
ken, die zugleich mit ihrer Urſache aufhört, und daſs
ſie den Einfluſs einer ſehr kurzen Zeit auf die Ent-
wicklung des Magnetismus merklich machen.

Hr. Savary unterſucht zunächſt die Magneti-
ſirung, wie ſie von einem in gerader Linie ausgeſpann-
ten Leitdrahte bewirkt wird, der lang genug iſt, damit
ſeine Enden unmittelbar keine Wirkung auf die in

verschiedenen Abständen und transversal über ihm angebrachten Nadeln ausüben.

Um nicht übertrieben starker magnetischer Kräfte zu bedürfen, ist es nöthig, nur Nadeln von sehr kleinem Durchmesser und recht gehärtete (trempées raides) anzuwenden. Die, welche Hr. S. zu den folgenden Versuchen gebrauchte, hielten ¼ Millimeter (0‴,1) im Durchmesser, und er nahm sich vor, sie von noch viel kleinerem Durchmesser anzuwenden.

Wenn man durch den Leitdraht einen starken Schlag gehen läſst, so bemerkt man, daſs, an derselben Seite des Drahtes, die Art der Magnetisirung mit dem Abstande der Nadeln von dem elektrischen Strome verschieden ausfällt. Die Nadeln, welche zwischen denen liegen, die am stärksten im entgegengesetzten Sinne magnetisirt sind, gehen durch alle Grade der magnetischen Intensität, und es giebt in dem Zwischenraume einen Punkt, wo eine Nadel keine Magnetisirung erleidet. Die Anzahl von Umkehrungen in der Magnetisirung (changemens de sens magnétique), der Abstand vom Drahte, wo sie Statt finden, und der Werth der Maxima, sind, bei gleicher Intensität des Schlages, von einer gewissen Relation zwischen Länge und Querschnitt des Leitdrahtes abhängig, einer Relation, die wenig von dem einfachen Verhältnisse dieser beiden Gröſsen abweicht. Man weiſs, daſs Hr. Davy und Hr. Becquerel, auf sehr verschiedenen Wegen, das Leitvermögen der Metalle für Volta'sche Elektricität diesem Verhältnisse proportional gefunden haben *).

*) Hr. H. Davy, wie man aus dessen Abhandlung in Bd. 71.

Es giebt von dem Verhältnisse zwischen Länge und Querschnitt des Leitdrahtes einen gewissen Zah-

S. 241 dies. Ann. ersehen kann, bestimmte das sogenannte Leitungsvermögen der Körper, namentlich der Metalle, für Elektricität auf zwei verschiedene Arten. Ein Mal geschah es dadurch, dafs er ausmittelte, wie viel Plattenpaare (oder eigentlich Plattentriaden) eines Trogapparates durch Drähte von gleichen Dimensionen aber verschiedenen Metallen entladen wurden; und dann, indem er bestimmte, welche Länge gleich dicke Drähte von verschiedenen Metallen haben mufsten, um eine und dieselbe Anzahl von Plattenpaaren zu entladen. Dabei nahm er an, dafs der Apparat entladen war, wenn ein zweiter Schliefsungsbogen aus Silberdrähten, der bei allen Versuchen mit in den Kreis gebracht und durch Wasser unterbrochen war, an seinem negativen Drahte keine Gasblasen gab. Hiedurch fand er, dafs das Leitungsvermögen eines Drahtes in einem verkehrten Verhältnisse seiner Länge steht, dafs es mit der Dicke des Drahtes zunimmt, dafs es der Masse desselben proportional geht, dafs es von der Intensität und Menge der Elektricität abhängig ist, und besonders, dafs es sich mit der Temperatur des Drahtes verändert, und zwar abnimmt, wenn diese steigt. Endlich zeigt er, dafs, wenn gleich Drähte von verschiedenen Metallen, mit denen man nacheinander eine Batterie schliefst, sich mit Mengen von Eisenfeile beladen, die in irgend einem direkten Verhältnisse zum Leitvermögen dieser Drähte stehen, dennoch bei einem und demselben Drahte der Magnetismus mit der Temperatur zunimmt, während das Leitvermögen für Elektricität abnimmt. — Der letzte Satz scheint mir besonders wichtig, wenigstens einer näheren Prüfung werth, weil man bei allen späteren Versuchen, die Leitung der Elektricität mit Hülfe der Magnetnadel zu bestimmen, stillschweigends angenommen hat, dafs die magnetische Kraft eines Schliefsungsdrahtes seiner Fähigkeit, die Elektricität zu leiten, direct proportional gehe.

Hrn. Becquerel's hieher gehörige Versuche sind in den Ann. de Chim. et Phys. T. XXXII. p. 420 beschrieben und

lenwerth, bei welchem der Draht, mittelst einer gegebenen Entladung, gegebene Nadeln bis zur Sätti-

auszugsweise schon früher in dem Bulletin des Sciences mathemat. etc. T. III. p. 293 mitgetheilt. Hr. B. findet die Methode des Hrn. Davy nicht geeignet, das Leitungsvermögen der Metalle für Elektricität in aller Schärfe zu bestimmen, weil sie der Erfahrung zuwider voraussetzt, dass jedes Plattenpaar der Säule eine gleiche Menge von Elektricität zu dem Strome liefere, dass eine gleiche Anzahl von Plattenpaaren stets mit gleicher Intensität wirke, und dass eine Säule vollständig entladen sey, wenn sie aufhöre Wasser zu zersetzen *). Deshalb wählt Hr. B. das nachstehende Verfahren. Zwei mit Seide übersponnene Kupferdrähte *aefb* und *cghd*, Fig. IV. Taf. II, jeder ungefähr 30 Meter lang und ½ Millimeter dick, werden zusammen in gleichem Sinne um einen hölzernen Rahmen gewunden und die vier Enden dieser Drähte in die mit Quecksilber gefüllten Schälchen *a*, *b*, *c*, *d* getaucht. In diese Schälchen reichen auch die Drähte *Pa*, *Pd*, *Nb*, *Nc*, von denen die beiden ersten mit dem Pole *P* und die beiden letzten mit dem Pole *N* verbunden sind. Durch diese Anordnung muss sich der elektrische Strom der Säule auf die beiden Bogen *PaefbN* und *NcghdP* vertheilen und, wie man leicht aus der Zeichnung ersieht, die beiden Drähte des Galvanometers *GG'* in entgegengesetzter Richtung durchlaufen. Die Magnetnadel *sn* im Innern dieses Apparates wird also, wenn die beiden Drahtleitungen einander gleich sind oder durch Ajustirung der mit den Polen verbundenen Drahtstücke einander gleich gemacht werden, keine Ablenkung erleiden. Dasselbe wird auch dann der Fall seyn, wenn man die Schälchen *a* und *b*, *c* und *d* durch Drähte verbindet, die eine gleiche Menge von Elektricität hindurchlassen, indem dadurch jedem der Drähte des Galva-

---

*) Eine vollständige Entladung der Säule scheint mir indess zu dieser Gattung von Versuchen gar nicht erforderlich zu seyn, wohl aber eine Entladung, die allemal denselben Grad erreicht; ein Erforderniss, dem Hrn. Davy's Methode freilich auch nicht in aller Strenge genügen mag. P.

gung magnetisiren kann. Wenn bei gleicher Dicke des Drahtes die Länge desselben zu- oder abnimmt, so

nometers eine gleiche Gröfse entzogen wird. Geschieht aber diese Verbindung durch Drähte, die ungleich leiten, so wird die Nadel abgelenkt, und zwar von Seiten der Drahtwindungen, deren Wirkungen dadurch am wenigsten geschwächt worden ist. So z. B. wird der Bogen *PaefbN* der überwiegende seyn, wenn von den die Schälchen direct verbindenden Drähten, der zwischen *a* und *b* am wenigsten leitet, und man hat entweder diese Leitung zu verstärken, oder die zwischen *c* und *d* zu schwächen, wenn der Bogen *NcghdP* dem ersteren wiederum das Gleichgewicht halten, also die Nadel zur anfänglichen Stellung zurückkehren soll. Es ist klar, dafs sich auf diese Art ermitteln läfst, welche Länge, Dicke und Temperatur man Drähten von gleicher oder verschiedener Natur zu geben habe, damit sie einer gleichen Menge von Elektricität den Durchgang gestatten, und eben darauf beruht Hrn. Becquerel's Methode das Leitungsvermögen der Metalle zu bestimmen. Hr. B. hat indefs den Einflufs der Temperatur auf das Leitungsvermögen nicht zum Gegenstand seiner Untersuchung gemacht. Er begnügt sich, die Drähte sämmtlich bis auf die Temperatur des schmelzenden Eises zu erkälten und bringt sie überdiefs mittelst eines pafslichen Gestelles sämmtlich auf gleiche Weise und mit beiden Enden zugleich mit dem Quecksilber der Schälchen in Berührung.

So hat nun Hr. B. zunächst gefunden, dafs, wenn man bei einem Apparate, wie er in Fig. IV. Taf. II abgebildet ist, die Schälchen *a* und *b* durch *einen* Kupferdraht von beliebiger Dicke und von der Länge *eines* Decimeters verbindet, man alsdann die Schälchen *c* und *d*, entweder durch *zwei* Kupferdrähte von *zwei* Decimeter Länge, oder durch *drei* Kupferdrähte von *drei* Decimeter Länge u. s. w., alle diese Drähte von gleicher Dicke mit dem ersten vorausgesetzt, verbinden mufs, wenn die Magnetnadel in ihrer anfänglichen Lage bleiben soll. Hieraus schliefst derselbe, dafs Drähte von demselben Metalle eine gleiche Menge von Elektricität leiten, wenn sich ihre Ge-

kann dieselbe Entladung nicht mehr dieselben Nadeln so stark magnetisiren. Die magnetische Intensität,

wichte verhalten wie die Quadrate ihrer Längen, welchen Satz er auch für Drähte von verschiedener Dicke bestätigt findet. So blieb die Magnetnadel in Ruhe, als das eine Schälchen durch einen Kupferdraht von 110 Millimeter Länge und 427 Milligrammen Gewicht, und das andere durch einen Kupferdraht von 34 Mill. Länge und 40 Milligrm. Gewicht verbunden wurde, wo $427 : 40$ nahe gleich $= (110)^2 : (34)^2$. Hr. B. betrachtet diess als eine Bestätigung des schon früher von Davy aufgestellten Satzes, dass das Leitvermögen der Körper für die Elektricität der Säule nicht mit den Oberflächen, sondern mit den Massen dieser Körper wachse.

Hr. B. verbindet nun die Schälchen durch Drähte von gleicher Dicke aber von verschiedenen Metallen, und findet er nun z. B. dass ein Draht von Kupfer bei einer Länge von zwei Decimeter eben so viel Elektricität hindurchläfst, wie ein Draht von einem anderen Metalle bei einer Länge von einem Decimeter, so sagt er, das Leitungsvermögen des Kupferdrahts sey doppelt so grofs, wie das des anderen Metalles. Auf diesem Wege hat Hr. B. das Leitungsvermögen der von ihm untersuchten Metalle im folgenden Verhältnifs angetroffen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kupfer | 100 | Platin | 16,40 |
| Gold | 93,60 | Eisen | 15,80 |
| Silber | 73,60 | Blei | 8,30 |
| Zink | 28,50 | Queckfilber | 3,40 |
| Zinn | 15,50 | Kalium | 1,33 |

Den Metallen, welche als Drähte angewandt werden konnten, war im Drahtzuge eine und dieselbe Dicke gegeben. Queckfilber und Kalium wurden in calibrirte Glasröhren eingeschlossen, deren Weite der Dicke jener Drähte genau gleichkam.

Mit dieser Untersuchung hat Hr. B. noch eine zweite verknüpft, über die Frage: ob der Schliessungsdraht einer Säule in allen seinen Punkten eine gleiche Wirkung auf die Magnetnadel ausübe, und zwar ist diese Untersuchung auf folgende

welche diese bewirken kann, nimmt sehr langsam ab, wenn man die Drähte verlängert, hingegen viel schnel-

Art geleitet worden. Es sey $MM'$ (Fig. V. Taf. II) eine gewöhnliche Säule, $PA$ und $PB$ zwei Metallstifte an den Enden derselben und $PN$ der Schliefsungsdraht, an den, von seiner Mitte $o$ aus, die unter sich gleichen Kupferdrähte $a\alpha, b\beta, c\gamma$ etc. $a'\alpha', b'\beta', c'\gamma'$ etc. in gleichen Abständen von einander angelöthet sind. Verbindet man nun zwei dieser Kupferdrähte, z. B. $a\alpha, b\beta$, durch Vermittlung zweier mit Quecksilber gefüllten Schälchen, mit den Enden eines empfindlichen Galvanometers, so wird die Magnetnadel stark abgelenkt, und zwar, wie Hr. B. bemerkt, um so stärker, je kleiner der Abstand $ab$ ist. Taucht man aber hierauf auch die Enden der Drähte $c'\gamma', d\delta'$ in die Quecksilber-Schälchen, und so, dafs ein zweiter dem ersten entgegengesetzter Strom entsteht, so kehrt die Nadel zu ihrer anfänglichen Lage zurück. Hieraus schliefst Hr. B., dafs die Wirkung des Schliefsungsdrahtes entweder in allen Punkten dieselbe sey, oder auch von den Enden der Säule abwärts in einem arithmetischen Verhältnisse abnehme, d. h. die Diffe- zwischen den Intensitäten an den Punkten $a$ und $b$ eben so grofs sey, wie die zwischen den Intensitäten in $b'$ und $a'$.

Fast gleichzeitig mit Hrn. Becquerel hat auch Hr. Barlow in Woolwich (Edinb. philosoph. Journ. Vol. XII. p. 105) Versuche über das Leitungsvermögen der Metalle angestellt und unter andern gefunden, dafs dasselbe bei einem und demselben Drahte sich verhalte umgekehrt wie die Quadratwurzel seiner Länge. Der Raum erlaubt nicht, diese Versuche hier ausführlich mitzutheilen; nur so viel mufs ich bemerken, dafs, wenn auch die Versuche des Hrn. Barlow richtig sind, seine Resultate es doch nicht seyn können, weil er von der unrichtigen Annahme ausgeht, dafs die Kraft eines im magnetischen Meridiane liegenden Schliefsungsdrahtes auf die Magnetnadel unter ihm, proportional sey der Tangente des Winkels, um welchen er diese Nadel ablenkt. Um sich davon zu überzeugen, darf man nur unter andern den Aufsatz des Hrn. Prof. Schmidt im Bd. 70. S. 243 dieser Annalen nachlesen. P.

ist, wenn man ihn verkürzt. Je weniger ein Metall das ist, was man einen Leiter heiſst, je kürzer muſs ein Draht, bei gegebenem Durchmesser, seyn, wenn er für dieselbe Entladung eine gegebene Art von Nadeln bis zur Sättigung magnetisiren soll.

So wie Härte und Dicke der Nadeln einen groſsen Einfluſs haben auf die Umkehrung der Polarität (changemens de signe), welche sie bei der Magnetisirung erhalten, so hat dagegen die Länge derselben Nadeln nur einen sehr geringen. Es wurden Nadeln von derselben Härte und demselben Durchmesser, aber von funfzehn, zehn und fünf Millimeter (6''',6; 4''',4; 2''',2) Länge, bei gleichen Abständen von dem Leitdrahte, der nämlichen Entladung ausgesetzt. Die Zahl und Form in den Perioden der magnetischen Intensität waren dieselben für diese verschiedenen Arten von Nadeln; der Abstand des Drahtes von den Punkten, wo die Magnetisirung das Zeichen wechselte, war in vielen Fällen derselbe, in andern sehr wenig verschieden, kaum um einen Millimeter. Diese Gleichheit bestand noch für die Umkehrung der Polarität (changemens de signe), welche in mehr als 22 Mm. (9''',7) Abstand von dem Drahte Statt fand, obgleich dort der Abstand der 5 Mm. langen Nadel vom Draht ungefähr das Zehnfache ihrer halben Länge betrug, und sie also in allen ihren Punkten von Seiten des Stromes beinahe gleiche Wirkungen erleiden muſste.

Als numerische Beispiele mögen hier die magnetischen Wirkungen einer und derselben durch verschiedene Drähte geleiteten Entladung angeführt seyn. Im Zustande der Sättigung machten die stark gehärte-

ten Nadeln von 15 Mm. (6''',6) Länge, 60 Oscillationen in 23 Sekunden.

1) Ein Platindraht von 0,12 Mm. (0''',05) Dicke und 4,3 M. (13,3 par. Fuſs) Länge. Alle Nadeln von der erſten, die den Draht berührte, bis zur entfernteſten, in gleichem Sinne magnetiſirt. Die Nadel, welche am ſtärkſten magnetiſirt worden, war um 5 Mm. (2''',2) vom Drahte, und machte 60 Oscillationen in ungefähr 26 Sekunden.

2) Derſelbe Draht, einen Meter lang. Alle Nadeln in gleichem Sinne magnetiſirt. Die am ſtärkſten magnetiſirte Nadel machte 60 Oscill. in 23'',2, war alſo bis zur Sättigung magnetiſirt. Ihr Abſtand vom Drahte betrug ungefähr 10 Mm. (4''',4).

3) Derſelbe Draht, einen halben Meter lang. Zwei Umkehrungen der Pole (changemens de signe), die erſte bei ungefähr 3 Mm. (1''',3), die zweite bei 9 Mm. (4''',0). Das Maximum der Magnetiſirung 29 Sekunden für 60 Oscillationen.

4) Ein Platindraht von 0,24 Mm. (0''',1) und 2 M. (6,2 par. Fuſs) Länge. Dieſelben Wirkungen wie bei dem Drahte von 0,12 Mm. Dicke und 0,5 M. Länge. Dieſelbe Umkehrung der Pole; daſſelbe Maximum bei 34 Mm. (15''',0) vom Drahte.

5) Derſelbe Draht von 0,24 Mm. Dicke und 1 M. (3,1 p. F.) Länge. Vier Umkehrungen der Pole; die erſte bei 0,6 Mm. (0''',3) vom Drahte, die andere ungefähr bei 5 Mm. (2''',2), 8,5 Mm. (3''',7) und 22 Mm. (9''',7); das Maximum 60 Oscillat. in 34 Sekunden.

6) Ein Platindraht von 0,37 Mm. (0''',16) und 1 M. (3,1 p. F.) Länge. Vier Umkehrungen der Pole und

[illegible] Periode, [illegible] Abnahmen der Intensität wahrnehmen [illegible] stärkere Entladung zwei neue Umkehrungen der Pole (changemens de signe) gegeben haben würde. Die am [illegible] vom Drahte und Nadel befand sich 60 Mm. (26''',6) [illegible] stärksten magnetisirte, machte 60 Oscill. in 56''.

Die Zahl der Umkehrungen der Pole ist um so grösser, je dicker und kürzer der Draht ist. Damit aber die Magnetisirung nicht zu schwach werde, muss man alsdann stärkere Schläge anwenden. In dem Masse, als man diese verstärkt, findet sich das Maximum der Magnetisirung, für denselben Draht, in grösseren Abständen von diesem Drahte und sein Werth nimmt nur sehr langsam zu.

Der Draht von 0,73 Mm. (0,37 Mm.? *P.*) Dicke gab, bei einer Länge von 0,65 M. (2,0 p. F.), nur mittelst einer Entladung, die weit stärker war, als die oben beschriebene, sechs Umkehrungen der Pole, die letzte bei 28 Mm. (12''',3) vom Drahte; das Maximum der Magnetisirung lag ungefähr bei 0,12 M. (53''',0) vom Drahte.

Die Wirkung ist sich gleich in der ganzen Länge eines und desselben Drahtes. Wenn der Bogen aus mehreren Drähten von verschiedener Dicke zusammengesetzt ist, so ist die Form der Umkehrungen der Pole und der Intensität des Magnetismus, geringe Unterschiede abgerechnet, im Allgemeinen dieselbe bei allen Drähten. Die Art, wie ein Theil des Bogens die Wirkung der anderen Theile abändert, gestattet den Einfluss der Leiter von verschiedener Gestalt und Grösse, den Einfluss einer Flüssigkeit und eines Metalldrahtes, so wie den Einfluss der Funken von verschie-

dener Länge, in verſchiedenen Mitteln und unter verſchiedenem Drucke mit einander zu vergleichen.

Wird ein Draht durch die Entladung zerriſſen, ſo bleiben die magnetiſche Wirkung und die Abwechslung der Pole dieſelben, wenigſtens bei einem etwas groſsen Abſtande von dem Punkte des Riſſes.

Man wird ſich erinnern, daſs Hr. Arago gezeigt hat, daſs die Magnetiſirung der Nadeln dieſelbe iſt, ſie mögen in eine iſolirende Subſtanz eingehüllt ſeyn, oder ohne Einhüllung der Wirkung des Stromes ausgeſetzt werden. Dieſe Gleichheit findet ſelbſt dann Statt, wenn die Entladung den Nadeln mehrere Pole giebt. Nadeln, in mit Schelllack verſiegelten Glasröhren eingeſchloſſen, erleiden dieſelben Wirkungen, als wenn ſie durch nichts von dem Strome getrennt würden. Das Glas wirkt in dieſem Falle nur wie die Luft, welche die Nadeln umgiebt und ſie gleichfalls iſolirt.

Die Umkehrungen der Pole bei Kompaſsnadeln, welche der Blitz bewirkt, laſſen ſich durch die ſo eben beſchriebenen Magnetiſirungserſcheinungen erklären; doch können ſie auch daraus erfolgen, daſs das elektriſche Fluidum auf die Nadel entgegengeſetzte Wirkungen hervorbringt, je nachdem es an dieſer oder jener Seite derſelben vorbeigeht.

Nachdem Hr. S. die Wirkung geradliniger Leitdrähte unterſucht hat, ſetzt er die von ſchraubenförmigen Drähten auseinander. Man weiſs durch die Beobachtungen des Hrn. Arago, und dieſs ſtimmt mit der Theorie des Hrn. Ampère überein, daſs im Innern eines hinreichend langen Schraubendrahtes die

Nadeln, welche dessen Axe parallel liegen, eine gleiche Magnetisirung erfahren, wie weit sie übrigens auch von dem Umkreise des Drahtes entfernt sind. Diess kann nur dann Statt finden, wenn alle Punkte der Nadeln gleiche Wirkungen erleiden. Indess, als Hr. S. die Intensität der Entladung veränderte, erhielt er die Nadeln bald in dem einen, bald in dem andern Sinne magnetisirt; man findet so bis gegen drei Umkehrungen der Polarität, und das Maximum der Magnetisirung, den Zustand der Sättigung, bald im einen, bald im andern Sinne. Hier, wie bei den geradlinigen Leitern, hängen die Umkehrungen der Polarität, und der Werth der Maxima, von der Dicke und Länge des Drahtes ab; sie hängen aber auch von dem Abstande zwischen den Schraubengängen ab. Die angewandten Schraubendrähte hatten oft 2 bis 4 Decimeter (7″,3 bis 14″,7) Länge. Gleichwie Hr. Arago es bei schwächeren Wirkungen beobachtet hat, ist die erzeugte Magnetisirung constant im Innern derselben, ausgenommen in den den Enden sehr nahe liegenden Theilen. Wie auch die Richtung und die Intensität des Magnetismus seyn mag, welche die in der Mitte und parallel der Axe liegende Nadel empfängt, so finden sich doch alle Nadeln, welche dieser Axe parallel liegen, ebenfalls in demselben Sinne und in demselben Grade magnetisirt, sie mögen sonst auf irgend eine Art gelegt seyn.

Man hat bei den ersten Versuchen des Hrn. Arago gesehen, dass derselbe Nadeln, die in Röhren von Glas oder Holz befindlich waren, magnetisirte, ohne dass die Wirkung des Stromes oder Schlages auf diese Nadeln dadurch abgeändert worden wäre. Er hatte

ſich vorgenommen, ſtatt des Glaſes und Holzes verſchiedene andere Subſtanzen zu nehmen, überlieſs es aber gern Hrn. Savary, dieſs weiter zu verfolgen.

Hr. Savary hat beobachtet, daſs ein Metall, was auſserhalb der Bahn des elektriſchen Fluidums liegt, iſolirt, wenn man will (was gleichgültig iſt) durch Glasplatten, in einer ſehr kräftigen Weiſe, auf die Richtung und Stärke der Magnetiſirung einwirkt. Die Wirkungsart des Metalles hängt von der Intenſität der Entladung ab; ſie geht ſo unter dem Einfluſſe verſchiedener Entladungen durch eine Reihe von entgegengeſetzten Zuſtänden, analog den Polaritäten von entgegengeſetzten Zeichen, die unter denſelben Umſtänden die kleinen Stahlnadeln auf eine bleibende Weiſe erlangen.

Unter dem Einfluſſe eines geradlinigen Leitdrahtes bietet die Wirkung der Metallplatten mehrere beſondere Fälle dar.

1) Eine groſse Platte zwiſchen den Leiter und die Nadeln gebracht, ſchwächt, bei ſehr ſchwachen Entladungen, die Magnetiſirung ſehr, und vermehrt ſie bei ſtärkeren Entladungen. So können, bei einer und derſelben Entladung, eine dünne und eine dicke Platte entgegengeſetzte Reſultate hervorbringen.

2) Liegen die Nadeln auf der Platte, zwiſchen dieſer und dem Draht, ſo vermehrt ſie (die Metallplatte), bei ſehr ſchwachen Entladungen, die Magnetiſirung der Nadeln, und zwar um ſo mehr, je dicker ſie iſt. Es giebt eine ſolche Entladung, daſs die Magnetiſirung durch eine dicke Platte erhöht und durch eine dünne geſchwächt wird. Bei ſtärkeren Entladun-

gen wird sie sowohl von der einen, wie von der andern geschwächt, besonders von der letztern, von welcher die Nadeln bald einen Magnetismus erhalten, der dem, welchen der Strom allein entwickeln würde, entgegengesetzt ist.

In den schraubenförmigen Drähten wird die Magnetisirung der Nadeln erhöht, wenn sie mit einer dünnen metallischen Hülle umgeben sind; eine dicke Hülle schwächt sie. Die stärksten Schläge haben kaum eine merkliche Wirkung auf eine Nadel, die im Innern eines 5 Mm. (2''',2) weiten Cylinders von Kupfer liegt.

Die Analysis allein kann aus den beobachteten Resultaten numerische Werthe ableiten, welche die jedem Körper eigenthümliche Energie darstellen. Für schwache Wirkungen (d. i. für schwache elektrische Schläge? (*P.*)) hat Eisen die stärkste Kraft, dann folgen Kupfer, Zinn, Quecksilber; Eisen- und Kupferfeile sind fast ohne Wirkung, wie es auch Hr. Arago bei den, durch Rotation erzeugten, magnetischen Erscheinungen beobachtet hat.

Wenn man zur Magnetisirung, statt des elektrischen Schlages, den Strom einer Säule anwendet, so üben die metallischen Hüllen eine weit schwächere Wirkung aus; doch ist sie noch sehr merklich, da man so die magnetische Intensität, welche ein Strom zu erzeugen vermag, auf ein Viertel ihres Werthes herabbringen kann.

Hr. Ampère, als er Kupferdrähte dem Einflusse sehr kräftiger Volta'scher Ströme aussetzte, und Hr. Becquerel, als derselbe Nadeln von verschiedenen

Substanzen in einen Multiplicator brachte, haben schon außerordentlich schwache magnetische Wirkungen bemerkt, die denen analog sind, welche Coulomb in denselben Körpern mittelst starker Magnetstäbe entwickelt hat. Nichts hat aber in diesen Versuchen den Grad von Wirkung gezeigt, welche andere Substanzen als Eisen während des Aktes der Magnetisirung entwickeln, vor allem ohne Einfluss elektrischer Entladungen, eine Wirkung, die der des Eisens durchaus zu vergleichen ist *).

*) Mit den Beobachtungen, deren hier Hr. Savary gedenkt, sind ohne Zweifel die gemeint, welche in den Ann. de Chim. et de Phys. T. XXV. p. 269 von Hrn. Becquerel beschrieben werden. Hr. B. sucht daselbst zu zeigen, dass in allen Körpern durch den Einfluss elektrischer Ströme magnetische oder analoge Wirkungen hervorgebracht werden können, und führt als Beweis dazu die folgenden von ihm beobachteten Erscheinungen an. 1) ein geradliniger oder ringförmiger Draht von weichem Eisen, innerhalb eines mit der Säule verbundenen Galvanometers aufgehängt, stellt sich senkrecht gegen den elektrischen Strom und wird zu einem förmlichen Magneten. 2) Eisenoxyd und Feile von weichem Eisen, in eine Patrone von Papier gebracht und im Galvanometer aufgehängt, stellen sich *parallel* dem elektrischen Strome, und es zeigt sich bei Annäherung eines Magnetstabes, dass die eine Seite der Patrone ihrer ganzen Länge nach nordpolarisch und die andere Seite südpolarisch geworden ist. 3) Nadeln von Kupfer, Holz und Schelllack scheinen sich im Galvanometer ebenfalls der Ebene der Drahtwindungen parallel zu stellen, aber die Wirkung ist schwach und erfordert nothwendig, dass man durch eine Bedeckung von Glas jeden Luftzug abhalte, auch ist die Einwirkung auf diese im Galvanometer schwebenden Substanzen sehr unbestimmt und zweifelhaft. Hr. B. hat ferner gefunden, dass eine 2 bis 3 Centimeter lange und 1 Millimeter

dicke Nadel von Holz, wenn sie an den Enden (ohne Zweifel senkrecht gegen ihre Axe) mit quadratischen Platten aus Stahl oder weichem Eisen von 2 Millm. Seite und 0,2 Millm. Dicke versehen ist, sich sehr rasch der Ebene der Drahtwindungen parallel stellt, dass sie hingegen von dieser um 45° und darüber abgelenkt wird, wenn statt der Platten mehr oder weniger lange Drähte von Eisen (ohne Zweifel parallel mit der Axe der Nadel) angebracht werden. Hr. B. glaubt hierdurch die Wirkung der elektrischen Ströme auf das Holz verstärkt zu haben und sieht sie als erwiesen an. — Ich kann nicht bergen, dass mir diese ganze Untersuchung, was den Einfluss der sogenannten elektrischen Ströme auf nicht metallische Substanzen betrifft, sehr wenig zu beweisen scheint und dass auch der folgende Versuch des Hrn. Ampère wohl noch einer weiteren Bestätigung bedarf. Hr. Ampère hatte nämlich, wie Hr. Becquerel in derselben Abhandlung berichtet, einen Kupferstreifen zu einem Reifen gekrümmt und innerhalb des Schliessungsbogens einer Voltaschen Säule so aufgehängt, dass er denselben nirgends berührte. Bei Annäherung eines Hufeisenmagneten soll nun der Kupferstreifen bald sich gegen die Arme des ersteren bewegt haben, bald von diesen abgestossen worden seyn, und zwar: suivant le sens du courant dans les conducteurs environnans sich also wahrscheinlich der Ebene der Drahtwindungen parallel gestellt haben. — Weiteres und Bestimmteres ist von diesem Versuche, den Hr. Ampère in Gemeinschaft mit Hrn. August Delarive zu Genf angestellt hat, nicht angegeben worden. (*P.*)

## VII.

### *Ueber die durch Schwingungen, Rotation und Ablenkung verſichtbarte Gegenwirkung zwiſchen der Magnetnadel und andern metalliſchen oder nicht metalliſchen Subſtanzen;*

von

G. F. Pohl.

Die Phänomene der ſogenannten elektriſchen Ladung ſind öfter ſchon mit den Wirkungen des im Stahl permanenten Magnetismus verglichen worden. Man betrachtete die elektriſche Ladung als eine reelle und directe Mittheilung gleichnamiger elektriſcher Thätigkeiten und ſchloſs umgekehrt wieder von dieſer vermeintlichen Ladung auf die Phänomenologie des Magnetismus zurück, den man ſonach als eine ähnliche, nur auf irgend eine Weiſe modificirte elektriſche Ladung des Stahls anſehen und begreiflich machen wollte. Aber dieſer Anſicht fehlt es, ſchon vermöge des dabei ganz unbeſtimmt gelaſſenen Verhältniſſes zwiſchen beiden durchaus verſchiedenen Erſcheinungsgebieten, eben ſo ſehr an Haltung, wie der aus den elektromagnetiſchen Wirkungen abſtrahirten Hypotheſe einer empiriſchen Identität der Elektricität und des Magnetismus überhaupt, und ſie wird dadurch vollends unſtatthaft, daſs, während der permanente Magnetismus des Stahls unfehlbar eine direct mitgetheilte, und im Sinne der früheren Einwirkung fortbeſtehende Thätigkeit iſt, die ſogenannte elektriſche

Ladung keinesweges in einer ſolchen unmittelbaren Mittheilung beſteht, ſondern vielmehr, wie ich in einer beſondern Abhandlung (Kaſtner's Archiv, B. 6. S. 385), und am ausführlichſten im 5ten Abſchnitte meines *Proceſſes der galvaniſchen Kette* gezeigt habe, eine der vorhergehenden Einwirkung geradehin und ſchnurſtracks entgegengeſetzte Reaction der Maſſe iſt.

Das ſorgfältigere Studium dieſer Reactionserſcheinungen führt aber ſehr bald zu umfaſſenderen Geſichtspunkten, von denen ſich Ausſichten über das Gebiet der elektriſchen Phänomene, ſo wie über jedes Feld von Erſcheinungen eröffnen, die irgend einer dynamiſchen Thätigkeit des Naturlebens ihren Urſprung zu verdanken haben, und es iſt meine Abſicht, zu zeigen, daſs eben die in der Ueberſchrift dieſes Aufſatzes bezeichneten Wechſelwirkungen zwiſchen dem Magneten und irgend einer nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauche nicht magnetiſch genannten Subſtanz, welche anfänglich ſcheinbar einer leichteren Deutung fähig, durch die von dem Entdecker ſelbſt gegebene Erweiterung ihrer Phänomenologie (ſ. dieſe Annalen B. 7. S. 390 ff.), jedoch wieder in eine räthſelhaftere Geſtalt gehüllt zu werden ſcheinen, in der That nichtsdeſtoweniger unter einem klaren und verſtändlichen Charakter hervortreten, ſobald ſie als Reactionserſcheinungen im Gebiete der magnetiſchen Thätigkeit aufgefaſst werden.

Jede innerhalb eines beſtimmten Quantums von Materie ſich offenbarende, ihr immanente Thätigkeit iſt ſchon als ein Streben, das mehr oder weniger ſtets hinter ſeinem Ziele zurück bleibt, nothwendigerweiſe an und für ſich auch mit einer Hemmung, d. i. mit ei-

ner Reaction, als Ausdruck eines intensiven Beharrungsvermögens der Masse verbunden, und der allgemein herrschende Typus der Polarität in den Naturerscheinungen ist nichts anderes, als das Hervortreten dieses relativen Gegensatzes zwischen einer progressiven Tendenz und dieser mit ihr unzertrennlich verbundenen Reaction der Masse.

Wenn aber irgend eine thätige Substanz auf eine andere dadurch einwirkt, dass sie die letztere zu einer mit der ihrigen gleichnamigen Thätigkeit erregt, so muss vollends um so viel mehr, bei dieser in gesonderten Massen Statt findenden Wechselwirkung, ein Gegensatz zwischen Empfängniss und Fortpflanzung der mitgetheilten Thätigkeit einerseits, und zwischen einer gleichzeitigen Reaction gegen diese Mittheilung andrerseits in der bekannten polaren Form obwalten, vermöge welcher die ungleichnamigen Extreme der polaren Thätigkeiten einander zugewandt sind, die gleichnamigen hingegen auseinander gehalten werden. Wenn in *A* eine

$$\underline{-\ A\ +}\quad\underline{-\ B\ +}$$

Thätigkeit herrscht, deren progressive Tendenz auf der einen Seite mit + und deren polare Reaction auf der andern Seite durch — bezeichnet wird, und wenn *B* durch *A* zu derselben Thätigkeit angeregt wird, so muss nicht nur in *B* ein gleicher Gegensatz der progressiven und reagirenden Wirkung, schon an und für sich hervortreten, sondern es muss insbesondere auch die reagirende Seite in *B* zunächst und unmittelbar gegen die Seite der Einwirkung von *A* aus gerichtet, und die frei hervortretende, im Sinne der eigentlichen

Erregung sich äussernde Seite der Thätigkeit in B, gegen A abwärts gekehrt seyn, so dass also das der positiven Seite von A zugewandte Extrem von B wiederum als ein negatives, das entgegengesetzte dagegen als ein positiv thätiges sich verhalten muss.)

Dieses Ergebniss, welches die atomistische Physik aus dem particulären Gesichtspunkte eingirter, in den Substanzen befindlicher Fluida zu betrachten pflegt, bietet uns aber, je nach dem Grade der von *A* aus wirkenden Kraft und der Empfänglichkeit und Verwandtschaft für diese angeregte Thätigkeit in *B*, mannichfaltige Modificationen dar, die sich vornehmlich unter *drei*, wesentlich von einander verschiedene, durch die Erfahrung dargebotene und daher wohl zu bemerkende Kategorieen bringen lassen.

1.

Unter günstigen Umständen kann nämlich zuvörderst die Intensität der Erregung so gross und die hervorgerufene Thätigkeit in *B* so entschieden seyn, dass die letztere, auch nachdem die unmittelbare Einwirkung von *A* auf *B* nicht mehr Statt findet, dennoch eben so und in demselben Sinne, als es während dieser Einwirkung bereits geschah, in *B* an und für sich allein fortdauert; wie es z. B. Statt hat, wenn *A* ein Magnet und *B* ein Stahlstab in dem angemessenen Zustande der Cohäsion seiner Masse ist.

2.

Ein geradehin als entgegengesetzt zu betrachtender Fall wird dargeboten, indem *B* nicht nur während der Einwirkung, wie lebendig übrigens auch die in *B* angeregte Thätigkeit seyn möge, bereits eine

Reaction übt, welche die urſprüngliche Wirkung in $A$ beträchlich ſchwächt, ſondern ganz beſonders dadurch, daſs, nach der aufgehobenen unmittelbaren Einwirkung von $A$ auf $B$, in dem letzteren die Reaction offen und gewaltſam in einer der bisherigen völlig entgegengeſetzten Richtung der Thätigkeiten hervortritt, ſo daſs das von $A$ abwärts gerichtete Extrem, welches vorher poſitiv thätig war, jetzt, unter der lebhaften Tendenz zur Vernichtung derſelben Thätigkeitsrichtung, negativ, und das nach $A$ hingewandte, früher negative, jetzt dagegen poſitiv thätig erſcheint, ſo lange bis unter dieſen, den bisherigen Thätigkeiten ſchnurſtracks entgegengeſetzten, Impulſionen die erſtrebte Indifferenz wirklich wiederum eingetreten und vollſtändig zurückgekehrt iſt.

Dieſer Erfolg ſpricht ſich z. B. höchſt vernehmlich aus in den bis dahin verkannten Wirkungen der Ritter'ſchen Ladungsſäule; Ritter ſelbſt hatte ihn ſo noch nicht aufgefaſst, aber ſeine wahre Natur, ſo wie das Weſentliche aller übrigen elektriſchen Ladungsphänomene, auch im Gebiete der gemeinen Elektricität, wie ſie ſich namentlich an der Leidner Flaſche und zum Theil auch am Condenſator darſtellen, iſt von der angegebenen Art. Zu Erörterungen darüber iſt hier nicht der Ort, ich muſs mich darauf beſchränken, auf meine eben erwähnten Darſtellungen des Gegenſtandes zu verweiſen. Dagegen ſteht es in ſehr nahem Zuſammenhange mit dem Zwecke des gegenwärtigen Aufſatzes, hier auf ein ähnliches Ergebniſs im Gebiete der magnetiſchen Erſcheinungen aufmerkſam zu machen, von dem wir erſt durch Barlow bei Gelegenheit ſeiner bekannten Unterſuchungen über

die polare Mittheilung des tellurischen Magnetismus an Eisen- und Stahlmassen, durch eine ganze Reihe von Versuchen in Kenntniss gesetzt worden sind. Jene Einwirkung, vermöge welcher, dem allgemeinen Erregungsgesetze gemäss, in unserer arktischen Erdhälfte das untere Extrem der Eisen- oder Stahlmasse nordpolar, das obere südpolar magnetisch erregt wird, ist dadurch bereits als ein minder kräftiger Grad der magnetischen Thätigkeit bezeichnet, dass sie nicht bleibend ist, dass sie sich mit der geänderten Lage des Eisens ebenfalls ändert und dass das Eisen in diesem Zustande zwar noch anziehend und abstossend auf die Magnetnadel wirkt, aber nicht mehr die Kraft besitzt, das kleinste unmagnetische Eisentheilchen anzuziehen und noch weniger, dasselbe bleibend magnetisch zu machen, und auch dieser geringere Grad der Einwirkung hat bereits gänzlich aufgehört in der Weissglühhitze des Eisens oder Stahls; es zeigt sich alsdann wenigstens nicht in einem anderen Grade magnetisch, als alle übrige sogenannte nicht magnetische Substanzen. Der merkwürdige Uebergangspunkt aber, auf welchem gerade die Trennung vor sich geht und auf dem das Eisen, gleich allen übrigen Stoffen, die bisherige Art der magnetischen Einwirkung gänzlich von sich weist, liegt zwischen der Weissgluth und der dunkeln Rothgluth, und hier, im Zustande des hellrothen Glühens, ist es, wo das Eisen die entschiedenste, offen und klar hervortretende Reaction gegen die bisherige magnetische Einwirkung eben so bestimmt zu erkennen giebt, wie z. B. die Ritter'sche Ladungssäule und die Kleist'sche Flasche nach dem Austritte aus dem geschlossenen Kreise der Kette nur

durch eine Reaction gegen die bisherige Einwirkung ſich als ſolche thätig verhalten. In der untern Hälfte der Eiſenmaſſe, welche ſo lange nordpolar war, tritt alsdann plötzlich Südpolarität, und in der obern bisher ſüdpolaren Hälfte tritt gleichzeitig eine entſchiedene Nordpolarität einige Minuten lang hervor. Dabei ſind dieſe polaren Reactionen nach dem Innern der Maſſe hin gerichtet, ſo daſs ſich die Maxima derſelben in der Mitte der Eiſenmaſſe unmittelbar zu berühren ſcheinen *), welches mit meiner, in andern Arbeiten entwickelten Anſicht über die Natur des Magnetismus, nach welcher derſelbe eine in der *Einheit* der Maſſe *von Innen nach Auſsen* gerichtete *univerſelle* Tendenz zum Chemismus iſt, deren offene Reaction mithin die entgegengeſetzte Richtung von Auſsen nach Innen zeigen muſs, ſehr wohl zuſammenſtimmt, während die Elektricität ſtets eine durch die Differenz *verſchiedener* Maſſen nur *von Auſsen her* erregte *individuelle* chemiſche Tendenz iſt, deren Maxima beim reagirenden, wie beim progreſſiven, Effect in die Extreme der Maſſen fallen.

Ich kann nicht umhin, hiermit noch die folgende Bemerkung zu verbinden. Bevor jene Reaction des Eiſens gegen die Einwirkung des Erdmagnetismus eintritt, zeigt es in der dunkeln Rothgluth die gewöhnliche normale Erregung noch in viel ſtärkerem Grade, als in kaltem Zuſtande, und es könnte hieraus vielleicht Veranlaſſung genommen werden, die Richtigkeit der eben entwickelten Betrachtungsweiſe in Zweifel zu ziehen, indem ihr die Meinung entge-

*) Man vergl. Gilbert's Annalen, Bd. 73. S. 232 ff.

[illegible] würde, und die normale Polarität in Folge einer sich regenden Reaction, bis zum Momente des plötzlichen Hervortretens der letzteren, allmälig schwinden und an Intensität fortwährend abnehmen müsste, während sie doch, nach Barlow's Beobachtungen, bis zu dem momentanen Ueberspringen in den entgegengesetzten Zustand beständig zunimmt. Allein eine solche Einwendung würde, weit entfernt, unsere Behauptung zu entkräften, vielmehr da, wo sie geltend gemacht würde, nur Mangel an Kenntniss und innerer Anschauung des eigentlichen Wesens solcher Erscheinungen verrathen. Jede dynamische Thätigkeit wird gerade durch eine zweite, ihr successiv entgegengerichtete Einwirkung bis zu einem bestimmten Grade nur um so kräftiger angefacht, und nimmt an Intensität, statt zu sinken, vielmehr noch erst bedeutend zu, bis die Umkehrung, wenn sie erfolgt, in einem Moment urplötzlich hervorbricht. Ueberall lodert in der Natur die Lebensflamme vor dem Erlöschen noch ein Mal um so heller empor, und jede Seite einer polaren Erregung ist um so kräftiger, je kräftiger ihre Gegenseite ist. Unter mehreren Substanzen, welche verschiedene Grade der Empfänglichkeit für eine und dieselbe Erregung zeigen, wird man eben so in der Regel diejenige, welche den höchsten Grad dieser Empfänglichkeit besitzt, bis zu einem bestimmten Punkte auch den höchsten Grad der Reaction gegen dieselbe Erregung versichtbaren sehen, wie gerade das Eisen unter allen tellurischen Stoffen, bei einem überwiegenden Grade von Empfänglichkeit für magnetische Thätigkeit, auch in der eben angegebenen Beziehung nicht minder, wie in derjenigen, von der gleich weiter un

ten die Rede feyn wird, die ftärkfte Reaction gegen die Erregung zu diefer Thätigkeit zu erkennen giebt.

3.

Wir kommen nun zu der noch übrigen dritten Kategorie, welche gewiffermafsen den Indifferenzpunkt zwifchen den beiden vorher in Betrachtung gezogenen ausmacht. Sie begreift alle diejenigen Fälle in fich, unter welchen zwifchen zwei Subftanzen, von denen wir, fo wie oben, die eine *A*, als die urfpünglich erregende, die andere *B*, als die durch *A* erregte fetzen wollen, zwar eben mit diefer Erregung eine Wechfelwirkung Statt findet, die aber in *B* nicht fo tief, als in den bisherigen Fällen eingreift, fondern nur von folcher Art ift, dafs nach der aufgehobenen Einwirkung ein Fortbeftehen der bisherigen Thätigkeit in *B* eben fo wenig, als eine unter entgegengefetzten Richtungen hervortretende Reaction gegen diefelbe fichtbar wird.

Wir find gewohnt, unter den Umftänden, mit welchen diefe Kategorie die überwiegende wird (denn ftreng gefondert ift keine für fich allein in der Wirklichkeit vorhanden), die Subftanz *B* nicht fowohl als ein eigentlich dynamifch thätiges, polarifch erregtes, fondern nur als ein paffives Medium, gleichfam als ein blofses Filtrum der von *A* ausgehenden Thätigkeit zu betrachten und die, mehr oder weniger noch über die gefetzliche Abnahme durch Entfernung, hinausgehende Intenfitätsverminderung der von *A* auf *B* und durch *B* hindurch weiter übertragenen Thätigkeit pflegt fodann nur als Folge eines blofs durch trägen, materiellen Widerftand bewirkten, fogenannten

[illegible] Leitungsvermögens der Maſſe in [illegible] dargeſtellt zu werden. Dieſe Vorſtellung beherrſcht uns, ſo lange wir uns nicht von der gewöhnlichen Täuſchung frei gemacht haben, vermöge welcher die Materie nicht als das, was ſie einzig und allein nur iſt, als ein bloſser Inbegriff von Erſcheinungen, ſondern widernatürlicher Weiſe vielmehr als ein abſolutes Urſubſtrat, als ein realer Träger der Erſcheinungen geſetzt wird. Der eigentlich ſtreng folgerechte Grundcharakter einer ſolchen Betrachtungsweiſe beſteht darin, daſs nach ihr, in geradem Widerſpruche mit dem höchſten Zwecke wiſſenſchaftlicher Beſtrebungen, die Materie zur Hauptſache und das Leben nur zu einer angeflogenen Qualität, zur Nebenſache gemacht wird. Dahin treten an die Stelle lebendiger Thätigkeiten nur imponderable Stoffe, die wechſelſeitigen Erregungen der Subſtanzen werden zu bloſsen Emanationen dieſer Imponderabilien und der an ſich unbegreifliche, mit gröſserer oder geringerer Leichtigkeit, mit mehr oder weniger Widerſtand erfolgende Durchgang der letzteren durch die materiellen Subſtanzen muſs durch eine Menge neuer, willkürlicher Suppoſitionen, durch eine als nothwendig geſetzte Poroſität, durch relative Menge, Geſtalt und Anordnung fingirter Molecüle motivirt werden. So betrachtet inſonderheit der Atomismus die durch irgend eine unmagnetiſche Maſſe bis über ihre jenſeitigen Gränzen hinaus fortgepflanzte Wirkung eines Magnetſtabes lediglich als Ergebniſs einer paſſiven Permeabilität dieſer Maſſe für ſein fingirtes magnetiſches Fluidum und eine reelle magnetiſche Polarität kann, von ſeinem Standpunkte aus, in irgend einem Stoffe nur realiſirt werden durch jene

denselben ursprünglich inwohnende magnetische Materie oder vielmehr durch zwei entgegengesetzte, anfangs neutralisirte, sodann aber wieder auf unbegreifliche Weise auseinander gegangene materielle magnetische Ursubstrate. Unter welcher Form aber vollends die Erscheinungen aufzufassen seyn werden, wenn er genöthigt ist, zuzugeben, daſs die von Arago beobachteten Thatsachen nicht auf eine eigentliche magnetische Polarität, sondern immer nur auf einen unter allen Umständen repulsiven Effect zwischen dem Magnet und der reagirenden, sogenannten nicht magnetischen, Substanz hinauslaufen, dafür möge er — der beinahe so viel verschiedene hypothetische Mäntel zur Gestaltung der Erscheinungen in Bereitschaft hält, als es Klassen von Erscheinungen giebt, und der auch für diesen Fall einen neuen Ueberwurf zu ersinnen oder einen älteren so umzuformen wissen wird, daſs das Naturleben in dieser Verhüllung, nach seiner Art zu sehen, weniger befremdend, als in der Wahrheit und Offenheit seiner ursprünglichen Offenbarung sich ihm darstellt — dafür möge er, so weit er es für nöthig erachtet, selbst Sorge tragen. Indem wir es uns angelegen seyn lassen, die Züge des Lebens in den Naturerscheinungen so rein und einfach als möglich und in stetem Zusammenhange mit dem groſsen Gesammtbilde der allgemeinen Naturwirksamkeit anzuschauen, so werden wir dagegen jetzt die einfache Enunciation des Wesens der in der Ueberschrift bezeichneten Phänomene folgendermaſsen zusammenfassen können.

Wenn ein ursprünglich magnetischer Körper *A* in einen zweiten ursprünglich magnetischen oder magnetisch erregbaren Körper *C* auf die gemeine ent-

ſchieden verſichtbarte Weiſe einwirkt und zwiſchen beiden irgend eine ſogenannte unmagnetiſche Subſtanz *B*, Luft, Glas, Metall oder dergl. vorhanden iſt, durch welche hindurch die Wechſelthätigkeit zwiſchen *A* und *C* zu Stande kommt, ſo wird die letztere durch *B* dergeſtalt vermittelt, daſs *B* nach dem allgemeinen Erregungsgeſetze dabei ſelbſt magnetiſch polar erregt wird, ſo daſs, wenn z. B. *A* nach *B* hin nordpolar iſt, ſodann *B* nach *A* hin ſüdpolar, nach *C* hin nordpolar und *C* dagegen wieder auf der nach *B* und nach *A* gekehrten Seite nordpolar, auf der entgegengeſetzten ſüdpolar magnetiſch iſt. Wie eine an ſich nicht magnetiſch polare Eiſenmaſſe im Wirkungskreiſe des telluriſchen Magnetismus, ſo wird alſo auch *B* und eben ſo jede unmagnetiſche Subſtanz im Wirkungskreiſe eines Magneten, wahrhaft magnetiſch polariſirt; aber ſo wie jene Eiſenmaſſe zwar noch auf die Magnetnadel, jedoch ſchon nicht mehr auf unmagnetiſches Eiſen, anziehend und abſtoſsend einzuwirken vermag und die Thätigkeit der einen Lage in einer andern Lage weder fortſetzt noch gegen ſie reagirt, ſo vermag eine unmagnetiſche Subſtanz, während ihrer polaren Erregung durch einen Magneten, nicht nur nicht frei und ſelbſtthätig auf das Eiſen, ſondern auch ſelbſt nicht einmal mehr auf die Magnetnadel zurückzuwirken, und nach ihrem Austritte aus dem Wirkungskreiſe des Magneten iſt auch ihre Erregung erloſchen, ſo daſs ſie, wenigſtens ſo weit unſere Erfahrung reicht, durch keine Reaction und noch weniger durch irgend ein Merkmal ihres unmittelbaren Fortbeſtehens verſichtbart wird. Der eigentliche Magnet wirkt frei rings um ſich herum, die durch

ihn erregte unmagnetische Substanz wird aber nur in dem Grade und nach den Richtungen, in welchen sie allein nur wieder auf den Magnet zurückzuwirken vermag, ohne für anderweitige Einwirkungen eine freie Erregung übrig zu behalten, durch ihn erregt, sie ist bloss für den Magnet und den durch sie von jenem aus weiter erregten Körper magnetisch und auch diese Wechselwirkung zwischen ihr und dem Magneten äussert sich durch keine gegenseitige polarisch differente Anziehung und Abstossung, gerade so, wie die beweglichste unmagnetische Nadel aus weichem Eisen, obgleich auf das entschiedenste durch den Erdmagnetismus erregt, dennoch niemals aus irgend einer noch so geringen Abweichung in die wahre Inclinationsrichtung durch ihn hineingezogen wird. Dennoch ist es wohl denkbar, dass vielleicht bei sehr kräftiger Einwirkung auf sehr kleine Massen ein mit wirklich freier Anziehung und Abstossung verbundener Ueberwältigungseffect Statt finden könne, wie die Coulomb'schen Beobachtungen darzuthun scheinen, wenn es wahr ist, dass dabei die Wirkungen nicht bloss durch verschiedene Schwingungsmengen, sondern auch durch bestimmte Richtungen der untersuchten Substanzen, ohne innere oder adhärirende Eisentheilchen, versichtbart worden sind. Ausserdem würden wir also unmittelbar auf sinnliche Weise über jene magnetische Wechselwirkung zwischen den eigentlich magnetischen und den unmagnetischen Substanzen zu gar keiner Vorstellung gelangen. Allein so leicht in den letzteren die Erregung mit einer solchen Wechselwirkung auch hervorgerufen werden mag, und so geeignet jede an sich unmagnetische Substanz auch

seyn mag: durch dieselbe Wechselwirkung den magnetischen Effect von einem ursprünglich magnetisch erregten Körper durch einen dynamisch polaren Act weiter fortzupflanzen, so geschieht dieses dennoch, so lange die Einwirkung dauert, unter einer stärkeren oder schwächeren Reaction, wie die Ritter'sche Ladungssäule die Primärkette schlieſst und zu gleicher Zeit hemmend und reagirend auf dieselbe zurückwirkt, oder wie jede durchsichtige Substanz die Thätigkeit zwischen ursprünglich leuchtenden und dunkeln Körpern vermittelt und dabei zugleich durch Reflexion von mehr oder weniger Licht dieser Wechselthätigkeit stärker oder schwächer hemmend entgegenwirkt. Und gerade jene Reaction der nicht magnetischen Substanzen ist es, welche uns die Theilnahme der letzteren an der Thätigkeit ursprünglich magnetischer Stoffe, in den von Arago zuerst nachgewiesenen Thatsachen sinnlich erkennen läſst, eben so wie das Verhältniſs eines durchsichtigen Körpers zum Lichte, nicht sofern er durch den leuchtenden Körper zu gleicher Thätigkeit erregt wird und dieselbe weiter fortpflanzt, sondern vielmehr gerade dadurch, daſs er ihr in einem bestimmten Grade entgegenwirkt, indem er das Licht reflectirt, auf sinnliche Weise von uns wahrgenommen wird, da er ohne jene Reflexion für das Auge so gut wie gar nicht vorhanden seyn würde *).

*) Ich habe nicht nöthig, erst zu bemerken, daſs mir die Durchsichtigkeit etwas anderes, als die bloſse passive Permeabilität im Emanationssysteme ist, mag aber darum auch wieder keinesweges für einen Anhänger der Undulationstheorie schlechthin [illegible]

*Alle Erscheinungen* also, *welche aus der Einwirkung eines ursprünglich magnetischen Körpers, als solchen, auf eine unmagnetische Substanz hervorgehen, sind, mit geringen etwanigen Ausnahmen, nicht eigentlich directe Resultate der unmittelbaren polaren Erregung, welche die letztere durch jenen erleidet, und sind daher auch nicht durch attractive Effecte begründet, sondern sie sind lediglich Erfolge einer, gleichzeitig mit jener Erregung, gegen dieselbe geäusserten Reaction, die bei verschiedenen Substanzen in verschiedenem Grade und bei dem unmagnetischen Eisen, so lange die Erregungsintensität nicht einen bestimmten Punkt überschreitet, gerade am stärksten hervortritt; und diese Reaction äusert sich dem gemäss immer nur als ein repulsiver Effect zwischen dem Magneten und der unmagnetischen Substanz, ohne Unterschied des dargebotenen Pols, und nicht etwa nur in einer oder gewissen, sondern in allen Richtungen schlechthin, nach welchen der Magnet seine erregende Thätigkeit über die Substanz verbreitet, so dass, wenn die letztere oder der Magnet in Folge dieser Repulsionen in Bewegung gesetzt, oder eine bereits aus anderweitigen Ursachen Statt findende Bewegung derselben dadurch modificirt wird, die Wirkung jedesmal eine Grösse ist, welche aus den sämmtlichen nach verschiedenen Richtungen zugleich erfolgten Antrieben, so weit sie durch kein mechanisches Hinderniss gehemmt sind, resultirt.*

gelten, die meines Dafürhaltens nicht viel weniger mechanisch und unzureichend als die Newtonianische genannt zu werden verdient. *Pohl.*

Ich will jetzt nur noch kürzlich nachweisen, wie alle bisher bekannt gewordene Erscheinungen dieses Gebiets der eben entwickelten Ansicht auf das vollkommenste entsprechen, und die Beschreibung einiger Versuche hinzufügen, die ich zur Constatirung derselben Ansicht unter veränderten und eigenthümlichen Formen selbst angestellt habe.

Was zuvörderst die verminderte Menge der Schwingungen der Magnetnadel innerhalb bestimmter Schwingungsweiten über unmagnetischen Substanzen und namentlich über Metallscheiben anbetrifft, so folgt dieselbe, nebst dem Isochronismus der einzelnen Schwingungen, aus einer der schwingenden Nadel überall stetig entgegentretenden repulsiven Wirkung eben sowohl, wie aus dem attractiven Effect, welchen man den neuen Erscheinungen, bei der ersten Bekanntschaft mit ihnen, als zureichenden Grund unterzulegen sich veranlaßt sah. Es ist nach unserer Ansicht zugleich eben so klar, daß die Wirkung mit der zunehmenden Entfernung der Nadel von der reagirenden Substanz abnehmen, und daß sie mit der nach der Dicke wachsenden Masse der letzteren bis auf ein bestimmtes Maximum, wenn die Zunahme wegen der Entfernung der Massentheile unmerklich zu werden beginnt, zunehmen müsse.

Die Abweichung der Declinationsnadel über einer in der Horizontalebene rotirenden Metallscheibe, in der Richtung der Rotation, scheint hingegen bei ihrer verhältnißmäßig beträchtlichen Größe aus einem bloßen attractiven Effect der fliehenden, von der Nadel verfolgten, Massenpunkte schon nicht mehr recht genügend begriffen werden zu können. Dagegen bil-

det der Stoſs einer der Nadel unaufhörlich entgegentretenden Repulſion ein bei weitem kräftigeres Moment, von ſolcher Angemeſſenheit, daſs ſich darin die Gewalt, welche die Nadel nicht nur ſo weit aus der Declinationsrichtung zu verdrängen, ſondern ſie auch bei hinlänglicher Geſchwindigkeit der Rotation beſtändig umherzutreiben vermag, ſehr wohl erkennen läſst.

Der entſcheidende Verſuch Arago's, worin ein am Wagebalken im Gleichgewichte mit der andern Seite lothrecht aufgehangener Magnetſtab durch die rotirende Scheibe aufwärts abgeſtoſsen wird, iſt mit der anfänglichen Anſicht geradehin unvereinbar und allein von unſerm Geſichtspunkte aus verſtändlich. Die Hauptrichtung der erregenden Thätigkeit des Stabes gegen die Scheibe erſtreckt ſich in der Perpendiculärlinie von oben nach unten; dieſer Wirkung direct entgegen üben die unter dem Pole liegenden erregten Punkte der Scheibe eine Reaction, deren Stoſskraft noch dauert, wenn ſchon andere und immer andere heranrückende Maſſenpunkte in gleichem Sinne fortwirken, ſo daſs die Summe dieſer für einen Zeitmoment zuſammengedrängten Repulſionen mächtig genug wird, den Stab zu heben und ihn, da ſie von da an immer ſo viel an Zuwachs gewinnt als ſie verliert, in derſelben Entfernung von der Scheibe ſo lange gehoben zu erhalten, als die letztere mit derſelben Geſchwindigkeit zu rotiren fortfährt. Eine ſolche Abſtoſsung des Stabes muſs ohne Ausnahme über allen Punkten der Scheibe und ohne Unterſchied der Richtung, nach welcher die Scheibe rotirt, nur nach Maſsgabe der an verſchiedenen Stellen verſchiedenen Ge-

[illegible]
[illegible]
[illegible]
ganz unmerklich.

Die Wirkung der Scheibe auf die Magnetnadel in der Richtung irgend eines Durchmessers derselben hat Arago ebenfalls an einer horizontal rotirenden Scheibe mit Hülfe einer Inclinationsnadel nachgewiesen. Er hat dabei einen Indifferenzkreis, welcher dem Rande concentrisch und ihm näher als dem Mittelpunkte liegt, beobachtet, über welchem die Wirkung Null ist, und er nennt die Thätigkeit der Scheibe diesseits desselben, nach dem Rande zu und darüber hinaus, eine Abstoſsung; die jenseitige Wirkung hingegen, welche ebenfalls eine Abstoſsung ist, stellt er als eine Anziehung nach dem Mittelpunkte hin dar, woraus man sieht, daſs er den innern Zusammenhang der Erscheinungen noch nicht vor Augen gehabt hat, dessen Auffindung jedoch, wenn er sie gleich damals nicht beabsichtigte, eben durch eine solche Anticipirung des bestimmten Ausdrucks, sehr erschwert werden konnte.

Es schien mir vortheilhafter, zur experimentalen Demonstration der eben erwähnten Erfolge, an der Stelle der wagerechten eine in der Verticalebene um eine Horizontalaxe rotirende Scheibe und dem gemäſs an der Stelle der Inclinationsnadel eine Declinationsnadel zu benutzen; die Ergebnisse sind dadurch leichter und zuverlässiger darzustellen und in ihrem Zusammenhange vollständi-

ger zu überſehen und zu ſtudiren. Wir wollen ſie daher hier in dieſer Geſtalt unſerer Betrachtung unterwerfen.

Der Kreis *adbe* Fig. 6. Taf. II. ſtelle die um *c* rotirende verticale Scheibe, von etwa 1 Fuſs Durchmeſſer aus ſtarkem Kupferblech, vor. Ihre Ebene iſt ſenkrecht auf der Ebene des magnetiſchen Meridians, von der ſie in dem lothrechten Diameter *ab* durchſchnitten wird. Die Declinationsnadel, in einem ſie ganz umſchlieſsenden, durchſichtigen Gehäuſe, wird entweder mit ihrem Nordpol auf der Südſeite, oder mit ihrem Südpol auf der Nordſeite der Scheibe möglichſt nahe an die zu unterſuchenden Punkte der letzteren geſtellt. In beiden Stellungen iſt die Wirkung vor einem und demſelben Punkte der Scheibe weſentlich immer eine und dieſelbe, nur iſt die Ablenkung der Nadel in der Horizontalebene, weil ſie auf entgegengeſetzten Seiten der Scheibe auch durch entgegengeſetzte, aber nach einer und derſelben Richtung ſollicitirte Pole der Nadel bewirkt wird, auch auf beiden Seiten entgegengeſetzt. Wir wollen uns die Nadel und den Beobachter dieſſeits auf der Südſeite der Scheibe denken, ſo daſs ihm *d* in Oſten, *e* in Weſten liegt, und dem gemäſs die Richtungen der Statt findenden Bewegungen bezeichnen. Die Scheibe macht in einer Minute gegen 1200 Umläufe. Sie rotire zuvörderſt in der Richtung *adbe*, von Weſten nach Oſten, und der Nordpol der Nadel werde zuvörderſt vor den Punkt *a* geführt, ſo weicht derſelbe ſogleich ſehr ſtark, etwa 30°, nach *Oſten* ab, und dieſe Ablenkung bleibt ſodann, der Art nach, dieſelbe, wenn die Nadel allmälig von *a* nach c hinabrückt, nur wird

sie um so kleiner, je tiefer die Nadel unter a zu stehen kommt, und vor c, wenn sie nicht schon früher unmerklich wird, ist sie völlig Null. Rückt die Nadel von hier aus noch weiter nach b hin fort, so beginnt eine allmälig wachsende *westliche* Ablenkung, die in b wieder am gröſseſten ist. Wenn dagegen während des Herabrückens der Nadel von a durch c nach b die Scheibe in der Richtung *aebd* von Osten nach Westen rotirt, so hat man dieselben Erscheinungen wie vorhin, nur unter gerade entgegengesetzten Ablenkungen; die Ablenkung ist anfangs von a aus westlich, bis in c, wo sie Null ist, und von da bis b zeigt sie sich östlich. Alle diese Bewegungen entstehen ganz so, wie diejenigen der Declinationsnadel über der Horizontalscheibe und bedürfen daher keiner weiteren Auseinandersetzung.

Wäre die Nadel nicht durch den Stift, auf welchem sie schwebt, gehindert, nach einer auf der Scheibe senkrechten Richtung von ihr zurückzuweichen, so würde sie zugleich auch noch diese Bewegung, in der Nähe des Randes stärker, nach der Mitte zu schwächer, zeigen, ganz aus den nämlichen Gründen, nach welchen der perpendiculär über der Horizontalscheibe hangende Magnetstab in dem oben erwähnten Versuche von ihr abgestoſsen wird.

Auſserdem aber macht sich nun auch noch wirklich an der Nadel eine dritte, von den bisher angegebenen verschiedene Bewegung bemerkbar, falls die Oeffnung des Hütchens nur geräumig, die Nadel lang und leicht genug ist und der Schwerpunkt derselben sehr nahe unter der Spitze des Stiftes liegt, auf welchem sie schwebt. Man nimmt alsdann nämlich auch

in der Richtung des Perpendiculärdiameters eine kleine *Hebung* des zuvörderst vor *a* befindlichen Pols der Nadel wahr, und zwar ohne Unterschied in beiderlei Rotationen der Scheibe, sie mag von Osten nach Westen oder von Westen nach Osten umlaufen. Diese Hebung ist also eine Abstoſsung nach der Richtung *ba* des Diameters, welche der Erregungstendenz des Pols, die Masse der Scheibe nach der Richtung *ab* zu magnetisiren, entgegengerichtet ist und nach derselben Aetiologie wie die bisher betrachteten erfolgt. Wenn nun aber die Nadel noch tiefer hinabrückt und sich mit ihrem Pol etwa vor dem Punkte *n* befindet, so sieht man die Hebung alsobald auch geringer werden und diese Abnahme muſs, unserer Ansicht gemäſs, in der That aus einem zwiefachen Grunde Statt finden. Erstens schon deshalb, weil die Geschwindigkeit der Rotation zwischen *a* und *c*, unter jeder tiefer liegenden Stelle *n* geringer ist, als über derselben, womit eine Abnahme der Stoſskraft aus bereits oben entwikkelten Ursachen unzertrennlich verbunden ist. Zweitens, wie besonders zu berücksichtigen ist, daher, weil nun auch auſserdem eine abstoſsende Wirkung von oben nach unten hin, in der Richtung *an* auf den Pol sich geltend macht, indem dieser jetzt die über ihm befindlichen Massenpunkte der Scheibe nach der Richtung *na* magnetisch zu erregen trachtet. Somit ist klar, daſs, wenn man die Nadel noch tiefer hinabrücken läſst, sie endlich vor einen Punkt *o* kommen müsse, bei welchem sich beide entgegengesetzte Repulsionen, von oben und unten her, das Gleichgewicht halten müssen, so daſs die bisherige Hebung des Pols völlig Null geworden und die Nadel in vollkom-

men horizontaler Lage einzig und allein nur noch nach Osten oder Westen hin abgestoßsen ist. Es ist eben so klar, daſs dieser Indifferenzpunkt *o* zwischen *a* und *c* jedesmal näher nach dem Rande *a*, als nach der Mitte *c* der Scheibe hin liegen müſſe, weil die Repulſion von *a* her, vermöge der gröſseren Rotationsgeſchwindigkeit der höher liegenden Maſſenpunkte, die entgegengeſetzte, von *c* her, in der Richtung *ca* thätige Repulſion bereits überwältigt haben muſs, bevor die Nadel vor der Mitte des Radius *ca* ſich befindet. Es muſs alſo auch, wenn die Nadel von jenem Indifferenzpunkte *o* noch tiefer nach *c* hinabrückt, die Repulſion von oben her das Uebergewicht erhalten und, wie es die Erfahrung zeigt, ſtatt der bisherigen Hebung, eine Depreſſion deſſelben Pols eintreten, die eben von Arago, in der Form, unter welcher ſie ſich ihm an der Inclinationsnadel über der horizontalen Scheibe darbot, eine Anziehung nach dem Centrum der Scheibe hin genannt wurde, während ſie einzig und allein auch eine wahre Abſtoſsung iſt. Dieſe Depreſſion des Pols nimmt begreiflich mit dem weiteren Hinabrücken unter *o* wiederum ab und verſchwindet mit der Annäherung des Pols an *c* gänzlich. Bei fernerer Bewegung des letzteren von *c* nach *b* hin tritt begreiflich wieder eine Hebung ein, die vor einem Indifferenzpunkte *p*, der eben ſo weit von *b*, als *o* von *a*, etwa um ⅓ des Radius, entfernt liegt, abermals Null geworden iſt, und von da an hat man wiederum eine bis *b* zunehmende Depreſſion des gegen die Scheibe gerichteten Pols der Nadel *).

*) Um dieſe nur in einem Umfange von wenigen Graden Statt findenden Ergebniſſe rein und deutlich vor Augen zu haben,

Diese eben betrachtete abwechselnde Hebung und Senkung läſst ſich nun aber beſtimmter und anſchaulicher in der Geſtalt einer wechſelnden Ablenkung nach Oſten und Weſten verfolgen, wenn man die Nadel nicht, wie bisher, an dem verticalen Diameter *ab*, ſondern an dem horizontalen *de* ſucceſſiv vorüberführt. Dagegen erſcheint alsdann die dortige öſtliche und weſtliche Ablenkung hier wieder als eine ſtarke Senkung und Hebung des Pols der Nadel; nämlich wenn die Scheibe von Weſten nach Oſten in der Richtung *ead* rotirt, in *d* als eine Depreſſion, die bis *c* hin abnimmt und von da in eine bis *e* hin wachſende Hebung des Pols ſich verwandelt, und wenn dagegen die Rotation von Oſten nach Weſten gerichtet iſt, ſo ſind dieſelben Sollicitationen in entgegengeſetzter Ordnung vorhanden. Damit ſie indeſs die beabſichtigte Darſtellung der öſtlichen und weſtlichen Ablenkung nicht ſtören und unzuverläſſig machen mögen, ſo iſt es jetzt rathſam, ſich einer ſolchen Nadel zu bedienen, deren Suspenſion ihr, ohne Eintrag der Beweglichkeit in der Horizontalebene, gar keine oder wenigſtens nicht eine beträchtliche Bewegung in der Verticalebene erlaubt *). Die Abſtoſsung, welche dem-

muſs man eine Nadel gebrauchen, die beinahe in ihrem Schwerpunkte ſuspendirt, dabei durch zwei horizontale, von der Mitte ausgehende, auf ihrer Längenaxe rechtwinklige, ſehr dünne und wohl polirte Seitenarme im Gleichgewichte erhalten und durch zwei mit ihrer Schärfe gegen dieſe Arme gerichtete Verticalſchneiden gehindert wird, nach Oſten und Weſten zu decliniren, ſo daſs ihr nur die Bewegungen in der Verticalebene übrig bleiben. *Pohl.*

*) Die von mir zu dieſem Behufe angewandte Nadel war, wie die oben erwähnte, 3 Zoll lang; aber das Hütchen befand

nächst vor *de* bald östlich bald westlich wird, eben so wie oben vor dem Verticaldiameter *ab* die Hebung und Senkung wechselte, zeigt sich nun auch eben so in der nämlichen, völlig ungeänderten Ordnung, die Scheibe mag von Westen nach Osten oder in entgegengesetzter Richtung rotiren. In *d* nämlich, am östlichen Rande, ist diese Abstossung stets eine östliche Ablenkung, sie wird dann mit dem Fortrücken der Nadel nach *e* hin kleiner und ist Null vor dem Indifferenzpunkte *q*; von da an wird sie zur westlichen Ablenkung, die wieder nach *c* hin verschwindet; jenseits *c* tritt wieder östliche Ablenkung ein, bis zu einem Indifferenzpunkte *r*, für welchen $cr = dq = cq$ [illegible] ist, und von da an hat man wieder bis zum westlichen Rande in *e* eine immer zunehmende westliche Ablenkung. Das Ursächliche dieser Erscheinungen, ein Conflict der Erregungstendenz, welche die Nadel in der Richtung des Diameters *de* nach entgegengesetzten Seiten zugleich geltend macht, und der gegen diese Erregung anstrebenden, zur wirklichen Repulsion werdenden Reaction des Metalls der Scheibe, bedarf für niemand, der unserer obigen Deutung gefolgt ist, einer weiteren Auseinandersetzung. Eben so würde

lich, von einer leichten, cylindrischen, Messingröhre getragen, ½ Zoll hoch über ihrer Mitte, welche durchbohrt war, um den ¾ Zoll hohen Stift, auf dessen Spitze das Hütchen schwebte, durchzulassen. Da die geschärften Ränder des Bohrloches den sehr dünnen polirten Stift enge umschlossen und nur ein Minimum von Spielraum gestatteten, so war die Inclinationsbewegung fast gänzlich gehemmt und bei der geringen Friction und der magnetischen Kräftigkeit der Nadel die Declination dennoch für den Zweck der Beobachtung vollkommen frei und lebendig. *Pohl.*

es überflüſſig ſeyn, wenn wir die Wirkungen von andern auſserhalb der beiden Diameter *ab* und *de* liegenden Punkten der Scheibe noch beſonders angeben wollten, da ſie ſämmtlich den bisherigen Erörterungen ſtreng gemäſs ſind und daraus von ſelbſt hervorgehen.

Die mathematiſche Theorie dieſer Klaſſe von Erſcheinungen wird hoffentlich bald, wenigſtens bis zu einem Punkte, ausgebildet werden können, auf welchem das Quantitative der Wirkungen unter allen zur Sache gehörigen Bedingungen in genügender Uebereinſtimmung mit der Erfahrung feſtzuſtellen ſeyn wird.

Ich habe auſserdem noch die Richtigkeit meiner Anſicht an dem folgenden, mir eigenthümlichen, Verſuche erprobt. Ich lieſs einen cylindriſchen Reifen von ſtarkem Kupferblech um ſeine horizontal und ſenkrecht gegen den magnetiſchen Meridian gerichtete Axe rotiren und führte an der Südſeite des Cylinders, in der durch ſeine Rotationsaxe gedachten Horizontalebene, längs der in ſie fallenden Seitenlinie des Cylinders, von einem Endpunkte derſelben zum andern die Declinationsnadel vorüber, ſo daſs der Nordpol der letzteren ſucceſſiv vor allen Punkten dieſer Linie und ihnen möglichſt nahe zu ſtehen kam. Unſerm Geſichtspunkte gemäſs muſs das Reſultat eines ſolchen Verſuchs darin beſtehen, daſs vor dem öſtlichen Rande der Cylinderfläche die Nadel eine öſtliche Ablenkung erleidet, die nach der Mitte der Seitenlinie hin abnimmt, ohne hier in eine entgegengeſetzte Ablenkung überzugehen, völlig Null wird, und daſs darauf gegen den weſtlichen Rand hin eine weſtliche Ablen-

[illegible] ein Maximum [illegible]. [illegible] sich [illegible] Thäte die Rotationsrichtung des Cylinders möchte von Norden nach Süden oder von Süden nach Norden gehen, begreiflich auch dann, wenn die Nadel an der Nordseite des Cylinders mit ihrem Südpol vorübergeführt wurde, nur dass dann die Abstossung dieses Pols nach Osten auf dem östlichen Rande eine westliche Declination — und seine Abstossung nach Westen auf dem westlichen Rande eine östliche Declination der Nadel hervorbrachte.

Die bestimmte Richtung des Cylinders, so wie der Verticalscheibe, gegen die Weltgegenden, welche in den beschriebenen Versuchen beobachtet worden, ist übrigens auf keine Weise eine wesentliche Bedingung für die angegebenen Resultate; diese finden auch bei jeder andern Lage der rotirenden Körper Statt, wenn dabei nur die Declinationsnadel durch einen oder mehrere Magnetstäbe in die entsprechende Lage gebracht wird, die ihr in den obigen Versuchen der Erdmagnetismus an und für sich ertheilte; ja es können dadurch selbst diejenigen Ablenkungen, welche ausserdem nur geringe und weniger in die Augen fallend sind, viel grösser dargestellt werden, wenn die Nadel durch eine solche Anordnung der stärkeren dirigirenden Kraft des Erdmagnetismus zum Theil auf eine solche Weise entzogen wird, dass die im Experimente bewirkten Sollicitationen eben damit nur einen um so grösseren Ausschlag gewinnen. Die Versuche gestatten überhaupt, wie ein jeder, dem das Princip derselben klar geworden, leicht einsieht, eine grosse und unerschöpfliche Mannichfaltigkeit von Abänderungen;

und die experimentale Seite der Physik ist durch sie in extensiver wie in intensiver Hinsicht auf eine höchst interessante Weise gleich sehr erweitert worden.

Es schien mir noch eine besonders wesentliche Aufgabe für das Experiment zu seyn, das Verhalten eines beweglichen elektromagnetischen Leiters in Conflict mit einer rotirenden Metallscheibe zu versichtbaren. Ich gebrauchte dazu einen 8'' langen und 0,05'' dicken Kupferdraht, welcher in der Richtung eines Durchmessers der Horizontalscheibe, ihr parallel und möglichst nahe über ihr an einigen offenen Seidenfäden suspendirt war. Ueber den Rändern der Scheibe war er senkrecht aufwärts gebogen und seine Extreme endeten, in einer geringen Entfernung von einander, in der Drehungsaxe mit kleinen kupfernen Quecksilbergefäfsen, in welche die amalgamirten Spitzen der Zuleitungsdrähte eingetaucht waren. Mechanische Einwirkungen blieben durch einen hinlänglich grofsen, zwischen dem Draht und der Scheibe befindlichen, Papierschirm beseitigt. Die einfache galvanische Kette, aus verdünnter Schwefelsäure in Verbindung mit einer 18 Quadratfufs grofsen Kupferfläche und einer gleichen Zinkfläche bestehend, warf den Draht, vermöge der Wirkung des Erdmagnetismus auf seine beiden 8'' langen vertical aufgebogenen Seitenarme, lebhaft nach der Ost-Westebene hin, so dafs er nach mehreren Schwingungen ganz unverrückt in ihr festgehalten wurde. Als darauf die Kupferscheibe unter der horizontalen Papierwand in rotirende Bewegung gesetzt wurde, fand auch sogleich, wie zu erwarten war, eine in der Rotationsrichtung erfolgende Bewegung des Elektromagneten Statt, die jedoch nicht in Rotation überging,

sondern es war bei einer Geschwindigkeit der Scheibe von etwa 800 Umläufen in einer Minute nur möglich, den Draht um einen Winkel von etwa 20° aus der Ost-Westebene auf dieser oder jener Seite, nach welcher hin die Scheibe rotirte, abgestoſsen zu erhalten. Sobald die Bewegung der Scheibe aufhörte, oder nur an Geschwindigkeit nachlieſs, ging der Leiter sogleich wieder zur Ost-Westebene zurück; wenn alsdann aber die Scheibe schleunigst nach derselben Richtung hin in Bewegung gesetzt wurde, so konnten durch wiederholte Abwechslungen solcher Art gröſsere Elongationen erzeugt werden, die aber auch so nicht weit über 50° sich hinausführen lieſsen, da das Moment der richtenden Kraft in den beiden Seitenarmen, deren Länge zusammen 16″ betrug, in Vergleich mit der Wirkung zwischen der Scheibe und dem einfachen, nur halb so langen horizontalen Draht zu mächtig war, um gröſsere Abweichungen zu gestatten. Die Erfolge beweisen indeſs, worauf es allein wesentlich ankommt, die repulsive Wirkung des unmagnetischen Metalls der Scheibe gegen den Elektromagneten eben so, wie sie gegen den gemeinen Magneten Statt findet, und es ist klar, daſs mit einer Verminderung des Moments der richtenden tellurischen Kraft, etwa durch Verkürzung der Verticalschenkel des Drahtes oder unter irgend einer andern zweckgemäſsen Abänderung der bewegliche Elektromagnet über der rotirenden Scheibe eben so wie die gemeine Magnetnadel in anhaltende Rotationsbewegung zu setzen sey.

Berlin, den 1. November 1826.

*G. F. Pohl.*

# VIII.

## *Ueber das Verhalten der organischen Körper in höheren Temperaturen;*

von

Otto Unverdorben zu Dahme.

(Fortsetzung.)

### II. Von den Destillaten aus Pflanzenstoffen.

1. *Indigo.* Unterwirft man Indigo der trocknen Destillation, so geht zuerst Wasser und Oel, späterhin ein Harz mit Oel über. Die Producte der Destillation bestehen aus:

1) Einem ungefärbten ätherischen Oele, das nicht brandig riecht, sondern wie Indigo, der stark erhitzt oder destillirt wird. Diess oxydirt sich an der Luft, wird gelb und bringt hervor: *a*) Ammoniak, *b*) einen eigenthümlichen Stoff, den ich Crystallin nennen und sogleich näher beschreiben werde, *c*) einen rothen, in Wasser mit gelber Farbe, auflöslichen Körper, *d*) eine Schleimharzsäure, *e*) eine Spur eines in Kali auflöslichen Harzes, *f*) ein nur in Alkohol und Aether auflösliches, gelbbraunes Harz, und *g*) einen braunen nur in Vitriolöl auflöslichen Körper.

2) Aus einer sehr geringen Menge einer flüchtigen Säure, die der Buttersäure ähnlich ist; 3) aus einem in Kali, Alkohol und Aether auflöslichen Harze; 4) aus unzersetztem Indigo; 5) aus einer in Alkohol und Aether unlöslichen schwarzen Materie; 6) aus einem in Wasser löslichen braunen Extracte, das mit

Basen Verbindungen eingeht, die denen des Extractes aus dem Oleum animale ähnlich sind, und 7) aus einem eigenthümlichen alkalischen Körper.

Dieses Alkali ist flüssig, farblos, mit Wasser leicht zu verflüchtigen, schwerer als Wasser und in diesem weniger auflöslich als das Odorin. Es verbindet sich mit Säuren und giebt mit ihnen krystallisirbare Salze, weshalb ich es *Crystallin* nennen werde. Es riecht stark und ähnlich dem frischen Honig. Es bläut nicht geröthetes Lackmuspapier. An der Luft bildet es einen rothen, in Wasser mit gelber Farbe löslichen Körper. Von den Säuren wird es durch dieselben Körper getrennt, welche das Odorin von jenen abscheiden.

Schwefelsäure mit Crystallin in Berührung gebracht, macht sogleich den Geruch desselben verschwinden. Bei gehöriger Concentration der Flüssigkeit schiefst aus derselben, selbst wenn sie Säure in Ueberschufs enthält, ein Salz an. Um diefs zu reinigen, kann man es mit absolutem Alkohol abspülen, da dieser wenig davon auflöst. Diefs Salz mufs in gut verschlossenen Gefäfsen aufbewahrt werden, weil sich sonst schwefelsaures Fuscin bildet. Durch Liegen an der Luft erlangt es einen schwachen Geruch nach Crystallin und hat den Geschmack der freien Base. Im absoluten Alkohol ist es bei gewöhnlicher Temperatur nur in geringer Menge auflöslich; in siedendem Alkohol löst sich aber mehr auf, und es krystallisirt dann beim Erkalten in grofsen Blättern heraus. In wasserhaltigem Alkohol löst es sich leicht, in Aether dagegen gar nicht. Alkalien, wie alle einfachen Basen, scheiden daraus das Crystallin sogleich ab. Für sich erhitzt, giebt es anfangs eine geringe Menge Wasser

und dann Cryftallin; hierauf bleibt ein durchfichtiger gelber Körper zurück, der beim Erkalten erftarrt und faures fchwefelfaures Cryftallin ift. Diefs weiter erhitzt, giebt flüchtiges kryftallifirbares fchwefligfaures Cryftallin, viel Ammoniak und Odorin mit der Säure (fchweflige Säure? (P.)); eine Kohle, die vollkommen verbrennt, bleibt zurück.

Die Phosphorfäure giebt mit dem Cryftallin ein neutrales, leicht kryftallifirbares und ein faures Salz, welches letztere durch Abdampfen nicht zum Kryftallifiren gebracht werden kann, wohl aber durch Hinzufügung von Alkohol und Aether. Mit der Benzoëfäure verbindet fich das Cryftallin nicht; dagegen giebt diefes mit der Butter- und Brandfäure ölartige Verbindungen, die im Waffer etwas fchwer auflöslich find und fich leicht deftilliren laffen.

II. Der *Kleber* giebt bei trockner Deftillation 1) ein dem Thieröl ähnliches ätherifches Oel, 2) eine geringe Menge von der Thier-Brandfäure, viel Harz, 4) eine Spur von Odorin, und 5) kohlenfaures Ammoniak.

III. *Tabak.* Der Tabak aus der Nieder-Laufitz, für fich deftillirt, giebt Waffer, Oel und Harz. Diefe Producte beftehen aus: *a*) einem ätherifchen Oele, das fo riecht, wie erhitzter, befeuchteter Tabak; *b*) einer ölartigen Säure, die bei der Deftillation zuerft übergeht und faft fo riecht, wie die Säure der Schleimharze; *c*) Brandfäure, der Thierbrandfäure ähnlich; *d*) einer Menge eines in Kali auflöslichen rothbraunen Harzes; *e*) eine Spur eines in Kali und Säuren unlöslichen Pulvers; *f*) einer geringen Menge Odorin; *g*) einer in Waffer auflöslichen *Bafis*, die fchwieriger mit Waffer überdeftillirt, als Odorin und einen kratzenden Gefchmack,

so wie einen unangenehmen, stechenden, zum Husten reizenden Geruch besitzt. Diese Basis in Wasser gelöst und mit Schwefelsäure vermischt, zersetzt sich beim Einkochen und bildet Odorin, Fuscin und Ammoniak; *h*) aus Fuscin, das jedoch, wenn es nicht mehrmals mit Wasser destillirt werden, leicht etwas Alkali enthält und dadurch harzartig wird; *i*) aus dem rothen, in Säure auflöslichen, in Aether aber unauflöslichen Körper, der dem Fuscin ähnlich ist; *k*) aus einem in Wasser auflöslichen, braunen, extractivartigen Körper, der sich mit Basen verbindet, mit Kali eine in Wasser lösliche und mit Kalk eine unlösliche Verbindung giebt, welche letztere gelbroth und pulverförmig ist und durch Säuren sogleich zersetzt wird; *l*) aus einem dem vorigen ähnlichen Körper, der nur mit Silber und Quecksilber unauflösliche, mit Kalk, Baryt, Blei, Kupfer, Bittererde u. s. w. aber lösliche Verbindungen giebt. Die Verbindungen mit Silber und Quecksilber sind gelbbraun. Dieser Körper schmeckt eben nicht charakteristisch, sieht blassgelb aus und dickt wie Gummi ein.

Eben so verhält sich der gute amerikanische Tabak und der Tabaksschmirgel von inländischen Blättern, nur ist bei letzterem das ätherische Oel dem ätherischen Holzöle ähnlich. Der Schmirgel von feinen Tabaksorten enthält eine flüchtige Basis, die in geringer Menge auch schon in der vorher untersuchten enthalten ist. Diese Basis verhält sich hinsichtlich ihrer Verwandtschaft zur Schwefelsäure der vorigen gleich. Sie hat einen äusserst ekelhaften Geruch, der schon in sehr geringer Menge, oft eine halbe Stunde anhaltend, Ekel und Neigung zum Erbrechen verursacht.

Nächstens werde ich ihre Eigenschaften genauer untersuchen.

IV. *Guajakharz.* Die Producte bei der Destillation dieses Harzes sind verschieden nach der Höhe der Retorte. Je höher die Retorte ist, desto stärker wird das Harz zersetzt und desto leichtflüssiger ist das Destillat. Wenn man die Destillation in runden Glasretorten vornimmt, geht 1) ein dünnflüssiges Oel nebst etwas wenigem Wasser über, und dann 2) ein schwarzer Theer; geschieht aber die Destillation in einer kupfernen Blase, so geht alles flüssig über.

Das ätherische Oel mit einem Achtel seines Gewichts an Alkali und mit vielem Wasser destillirt *) und sodann auf gleiche Art wie das Oleum animale behandelt, giebt folgende Producte.

*a*) Ein ätherisches Oel, das leichter als Wasser und sehr flüchtig ist, sehr stark, etwas rettigartig riecht, keine Farbe besitzt, aber sich leicht bräunt und eine dem Guajak eigenthümliche Brandsäure, Harz und etwas Odorin bildet. Dasselbe läſst sich in jedem Verhältnisse mit Aether, Alkohol und Oelen mischen und wird nicht von verdünnten Säuren und Alkalien angegriffen. Von dem Verhalten zu concentrirten Säuren soll weiterhin die Rede seyn. Dieſs Oel macht ungefähr $\frac{1}{16}$ des Guajaks aus. — *b*) Ein anderes ätherisches Oel, das schwerer mit dem Wasser zu verflüchtigen ist, als das vorige, aber doch noch leicht durch Wasser abdestillirt werden kann. Es ist schwerer als

*) Man hat immer nur wenig Oel zur Zeit in die Retorte zu bringen, weil es, besonders zu Ende der Destillation, äuſserst stark aufstöſst.

Waſſer. Es riecht nicht ſo ſtark als das vorige und beſitzt einen ſchwachen Beigeruch nach der weiterhin folgenden Brandſäure, der jedoch durch wiederholte Deſtillationen immer mehr und mehr verſchwindet. Dieſs Oel macht $\frac{4}{5}$ des Guajaks aus. — *c*) Eine geringe Menge Odorin; — *d*) einen in Alkohol und Aether unlöslichen Körper, der braun iſt und ſich nur in Vitriolöl auflöſt; — *e*) ein Harz, das in kaltem Alkohol ſchwer, in ſiedendem aber leicht auflöslich iſt, und beim Erkalten daraus niederfällt, das ſich gleichfalls leicht in Aether und Oelen, aber nicht in Kali auflöſt und nicht vollkommen ſchmilzt, ſondern nur zuſammenbackt; — *f*) ein Harz, das in Alkohol und Aether, aber nicht in Kali auflöslich iſt; — *g*) ein Harz, das in Kali und Alkohol auflöslich iſt; — *h*) ein Harz, das in Kali auflöslich iſt, aber vom Alkohol nicht gelöſt wird, oder wenigſtens nur in geringer Menge, da es ſich beim Erkalten meiſt abſetzt. Dieſs beträgt wohl $\frac{2}{3}$ des angewandten Guajaks und beſitzt nicht deſſen Eigenſchaft, durch Salpetergas blau gefärbt zu werden. Es iſt ſtark braun gefärbt und ſonſt dem Colophon ähnlich. — *i*) Eine ölartige Säure, die in ihrem Verhalten zu den Alkalien der Thier-Brandſäure ähnlich iſt.

Dieſe Säure erregt auf der Haut oder auf der Zunge ein weit ſtechenderes Brennen, als ätheriſche Oele, riecht rein brandig, reizt die Augen zu Thränen und ſchmeckt nicht ſauer, ſondern brennend ſtechend. Sie iſt ſchwerer als Waſſer, röthet nicht das mit Alkohol befeuchtete Lackmuspapier und treibt die Kohlenſäure nicht aus, weder für ſich durch Kochen mit kohlenſaurem Kalk, noch durch Kochen mit Alkohol oder

Waſſer und dieſen Baſen. Auch treibt ſie die Eſſigſäure nicht vollkommen aus; doch wird guajakbrandſaures Bleioxyd gebildet, wenn man eine geiſtige Löſung der Säure mit der des eſſigſauren Bleioxyds vermiſcht, obgleich das letztere nicht vollſtändig zerſetzt wird. Die Säure löſt ſich in ſtarkem Alkohol in jedem Verhältniſſe, und ſelbſt noch leicht im Alkohol von 30° und im gewöhnlichen Branntwein. Sie iſt gelbbraun und oxydirt ſich nicht ſchnell an der Luft. Sie löſt ſich leicht in Kali auf und bildet damit eine bräunliche Löſung, die einen brennenden beiſsenden Geſchmack beſitzt und die ſich an der Luft hält, ohne, wie die übrigen Brandſäuren, in Capriſche Säure und Harz umgewandelt zu werden. Die Guajakbrandſäure in Ueberſchuſs einer Kalilauge hinzugefügt und hierauf abgedampſt, bis die Löſung ölartig geworden, bildet ein guajakbrandſaures Harz, das beim Erkalten der Flüſſigkeit in kryſtalliniſchen Körpern, Aeſten und Geweben anſchieſst, an denen man aber keine Kryſtallflächen wahrnimmt. Dieſe kryſtalliniſchen Körner ſind dem Wallrath ähnlich, enthalten ſehr viel Waſſer, ſchmelzen in der Wärme und verlieren dann ihr Waſſer, werden feſt und brüchig und ſchmelzen nun nicht mehr. Weiter erhitzt, bräunt ſich die Maſſe, bildet ein wenig Capriſche Säure und viel von einem in Kali löslichen bräunlichen Körper; dabei läſst ſie viel Guajakbrandſäure entweichen.

Die kryſtalliniſchen Körner bilden ſich noch beſſer, wenn man die concentrirte Auflöſung des guajakbrandſauren Kalis zu gleichen Theilen erſt mit abſolutem Alkohol und dann mit Aether miſcht, worauf ſich dann bald dieſe Körner abſetzen. Die über den

Körnern. Siedende Lauge wird abgedampft, bis sich eine Haut auf der Flüſſigkeit bildet. Beim Erkalten erſtarrt alsdann die Flüſſigkeit zu einem ſeifenartigen Körper, der das guajakbrandſaure Kali iſt. Dieſes zerflieſst nicht an der Luft, löſt ſich wenig in abſolutem Alkohol und noch weniger in Aether und Oelen. Wenn es längere Zeit in dieſem Hydratzuſtande an der Luft geſchmolzen wird, färbt es ſich ſehr ſchön blau, doch geſchieht dieſs gewöhnlich nur an den Rändern. Ein ſaures oder baſiſches Salz habe ich nicht erhalten können. Die Säuren, ſelbſt die Kohlenſäure, zerſetzen dieſes Salz ſogleich, indem ſie Brandſäure abſcheiden.

Das Ammoniakſalz iſt ölartig, im Waſſer ſchwer auflöslich und giebt beim Erwärmen Ammoniak von ſich. Mit dem Kalk giebt die Säure ein ſchwer lösliches Salz, eben ſo mit Baryt. Mit den Erden und Metalloxyden giebt ſie unlösliche Verbindungen. Die mit Blei iſt weiſs, flieſst ſchon im ſiedenden Waſſer wie ein Harz, löſt ſich in Alkohol etwas, in Aether aber nicht, und wird durch Alkalien vollſtändig zerſetzt. Die mit Kupferoxyd iſt rothbraun, in Waſſer, Alkohol, Aether und Oelen nicht auflöslich, iſt nicht harzig und wird durch Alkalien in ein baſiſches Salz verwandelt. Durch Kochen an der Luft wird es in ein gelb bräunliches Pulver verwandelt, das ein Harzkupferoxyd iſt und eine Spur einer der Butterſäure ähnlichen Säure enthält. Das guajakbrandſaure Eiſenoxydul iſt weiſs und wird, wahrſcheinlich dadurch, daſs es ſein Hydratwaſſer verliert, beim Kochen ſchwarz.

Der schwarze Theer, welchen man bei der trockenen Destillation des Guajaks erhält, liefert *a*) ein leicht flüchtiges ätherisches Oel, das einen schwachen Beigeruch nach ätherischem Guajaköl besitzt; — *b*) ein weniger flüchtiges Oel, das dem vorhin unter *b*) angeführten sich gleich verhält und schwerer als Wasser ist. Die übrigen Körper sind den schon genannten gleich; nur ist bei dem Theer eine grössere Menge Harz vorhanden. Dieses besteht aus einem in Kali löslichen Harze, das sich durch die Kohlensäure der Luft schon in einer Nacht so stark aus der Kalilösung ausscheidet, dass die ganze Flüssigkeit zu einer Gallerte erstarrt.

V. *Colophon.* In einer gläsernen Retorte destillirt, giebt es ein wenig Oel und gleich darauf einen steifen Theer. In einer hohen kupfernen Blase erhitzt, liefert es nur Oel und ein wenig Wasser. Dieses Wasser enthielt *a*) ein wenig Essigsäure, *b*) eine geringe Menge Odorin, und *c*) eine geringe Menge von Harz und ätherischem Oel.

Das ölartige Destillat noch einmal mit Kali und Wasser destillirt, giebt *a*) ein ätherisches Oel, das leichter als Wasser ist, und im Geruch dem ätherischen Oele von der Destillation des essigsauren Kalis nahe kommt, doch weit schwächer riecht wie dieses. Es bräunt sich sehr leicht an der Luft und muss daher in ganz gefüllten Fläschen aufbewahrt werden. In Alkohol löst es sich wenig. Giesst man auf den Rückstand in der Blase noch einige Male Wasser und wiederholt die Destillation, so geht *b*) wohl die Hälfte des ganzen Oels über, obgleich immer in sehr geringer Menge im Verhältniss zum übergehenden Was-

ter. Dies Oel, das ebenfalls leichter als Wasser ist, siedet erst bei einer sehr hohen Temperatur und muss äusserst viel Wasser haben um überzudestilliren. Es bräunt sich nicht leicht an der Luft, und löst sich nicht leicht in Weingeist von 60°, dagegen leichter im absoluten Alkohol, und ebenfalls leicht in Aether und Oelen. Es hat noch die merkwürdige Eigenschaft, sich sehr leicht in concentrirter alkalischer Colophon-Kalilauge aufzulösen, wird aber durch zugesetztes Wasser, wenn auch unvollständig und mit Harz verunreinigt, daraus wieder abgeschieden. Er riecht schwach dem vorhergehenden Oele *a*) ähnlich.

In der Retorte bleibt ein Harz zurück, welches, nachdem es durch gelindes Schmelzen von dem noch anhängenden Oele befreit worden ist, folgende Producte liefert: *c*) eine Spur von einem in Kali löslichen Harze; — *d*) eine Spur von einem nicht in Kali aber in Alkohol löslichen Harze; — *e*) ein nur in Aether auflösliches Harz, das den grösten Theil ausmacht; — *f*) einen braunen in Aether unauflöslichen Körper.

Die wässrige Flüssigkeit in der Retorte giebt *g*) in geringer Menge Colophon-Brandsäure, die einen sehr stechenden Geruch und brennend stechenden Geschmack besitzt und wohl identisch ist mit der aus der Theergalle. Sie ist leichter als Wasser, und löst sich leicht in Alkohol. Für sich bräunt sie sich äusserst langsam.

In der Retorte, aus der die Brandsäure durch mehrere Destillationen mit Wasser abdestillirt worden ist, bleibt zurück: *h*) eine Menge eines in Kali löslichen Harzes, das dem unzersetzten Colophon sich

völlig gleich verhält; — *i*) eine geringe Menge eines braunen extractivartigen Körpers.

VI. *Benzoëharz* verhält sich bei der trocknen Destillation dem Colophon ähnlich und liefert *a*) ein ätherisches Oel, das sehr stark und angenehm nach Benzoë riecht, leicht flüchtig und schwerer als Wasser ist, sich leicht an der Luft bräunt und Benzoësäure, Brandsäure und eine Menge eines in Kali auflöslichen Harzes bildet; — *b*) ein schwer flüchtiges Oel; — *c*) eine geringe Menge von Brandsäure, die schwer vom Harze abdestillirt und der Colophon-Brandsäure ähnlich ist; — *d*) ein in Kali lösliches Harz; — *e*) ein nicht in Kali, aber in Alkohol lösliches Harz; — *f*) eine Spur von Odorin.

Die genannten Harze, wenn sie wieder erhitzt werden, geben die gewöhnlichen Producte und ein ätherisches Oel, das nicht nach Benzoë, sondern mehr nach dem ätherischen Colophon-Oel riecht.

Weihrauch, Myrrhen-, Anime-Harze und andere feine Harze, müssen in flachen Destillationsgefässen erhitzt werden, wenn man wohlriechende Oele gewinnen will. In hohen Retorten und in kupfernen Blasen werden alle ätherischen Oele, auch die scharfen, terpentinölartig.

VII. *Bernstein*, wenn er mit einer Lösung von kaustischem Kali in Alkohol gekocht wird, zerlegt sich *A*) in bernsteinsaures Kali und *B*) in ein Harz, das mit Kali eine Verbindung giebt, die auf einer verdünnten Aetzlauge harzartig umherschwimmt, in reinem Wasser aber leicht auflöslich ist, und das mit Ammoniak, mit Erd- und Metallsalzen braune, in Wasser unlösli-

che Verbindungen giebt, und C) in eine geringe Menge eines in Kali unlöslichen Halbharzes.

Das Harz (B) giebt für sich destillirt *a*) ein dem ätherischen Bernsteinöl ähnliches ätherisches Oel; — *b*) ein schwer flüchtiges Oel; — *c*) Brandsäure, die derjenigen aus Schleimharzen ähnlich ist; *d*) ein Harz, das in sehr schwacher Kalilauge löslich ist, durch einen grössern Zusatz von Kali aber aus derselben harzartig gefällt wird, und sich im Uebrigen dem undestillirten Harze gleich verhält. Diese zeigt, dass auch hier die Harze nicht vollkommen durch die Destillation zersetzt werden; sondern ein Theil derselben, ohne Zersetzung zu erleiden, Dampfgestalt annimmt.

Die grösste Menge des Bernsteins bleibt, bei der Behandlung mit alkoholischer Kalilösung, als ein gelbes Pulver zurück, das in allen Oelen und in Aether unlöslich ist, und sich nur in Vitriolöl auflöst. Für sich erhitzt, giebt diess Pulver Wasser, dann Oel und schmilzt nun, unter fortwährendem Aufblähen, wodurch es nie zum ruhigen Fliessen kommt, und verkohlt sich darauf. Wenn man mit dem Erhitzen beim Braunwerden des Pulvers einhält, so hat sich nur eine ganz geringe Menge eines in Kali auflöslichen Harzes, nebst einer Spur von einem bloss in Alkohol und Aether auflöslichen Harze gebildet. Der grösste Theil ist unveränderte Bernsteinsubstanz. Diess Pulver verhält sich also dem Bernstein nicht ähnlich, da dieser durchs Schmelzen sich bald in ein in Kali und Alkohol auflösliches Harz verwandelt. Für sich destillirt giebt es keine Bernsteinsäure, sondern nur *a*) ein leicht flüssiges, das im Geruch zwischen Co-

pal, Bernstein und Mastix steht; — b) ein schwer flüchtiges Oel, das wenig Geruch besitzt, und sich zu Säuren wie andere ätherische Oele verhält; — c) ein wenig Brandsäure, der aus Schleimharzen ähnlich; — d) ein wenig Harz und keine Bernsteinsubstanz.

Der *Bernstein* für sich destillirt, giebt a) ein stark, nicht unangenehm riechendes kampherartiges Oel, b) sehr viel schwerflüchtiges Oel, und c) eine eigenthümliche Brandsäure. Diese letztere ist leichter als Wasser und riecht sehr widrig und brandig. Sie ist es, die dem Bernsteinöl seinen widrigen Geruch ertheilt.

Bernstein mit Vitriolöl gelinde digerirt, giebt eine braune Lösung, die, durch Wasser zersetzt, einen gelben Körper fallen läſst, und einen extractivartigen zurückbehält, der keine Niederschläge mit den Metalloxyden giebt.

Dieser gelbe, in Wasser unlösliche Körper ist eine Schwefelverbindung, die durch Kalilauge, Aether, Oele und Alkohol nicht verändert wird. Für sich destillirt, giebt diese Verbindung a) Schwefelwasserstoff, b) ein farbloses scharfes ätherisches Oel, das leichter als Wasser ist, und den ätherischen Oelen ähnlich riecht, die man aus den stinkenden Schleimharzen erhält; — c) ein schön dunkelgrünes ätherisches Oel, das so wie das vorige riecht, aber nicht so flüchtig ist, wie jenes; — d) schwerflüchtiges Bernsteinöl; — e) eine Spur von flüchtiger Säure; — f) eine geringe Menge Harz, und g) eine geringe Menge Bernsteinsäure. Ueberdieſs bildet sich beim Kochen des Bernsteins mit concentrirter Schwefelsäure, Gerbestoff.

VIII. Die *stinkenden Schleimharze* geben a) ätherische Oele, die den eigenthümlichen Geruch jeder die-

ser Stoffe besitzen und sich wie andere, durch Destillation bereitete, ätherische Oele verhalten; — b) Oele, die schwerer zu verflüchtigen sind, mehr gewürzhaft riechen und oft gefärbt sind. Das aus Sagapen ist tief dunkelgrün, das aus Galbanum grün. Die meisten dieser Oele werden bei der Destillation der Schleimharze erst gebildet, doch sind einige schon gebildet in diesen anzutreffen. — c) eine stinkende Säure, die ölartig ist und sich nicht in Wasser, wohl aber in Alkohol auflöst, und die, in Kali aufgelöst der Luft ausgesetzt, in Buttersäure übergeht. — d) mehrere Harze, worunter das von Asa foetida Schwefel enthält. Bei Destillation der Asa foetida geht auch Schwefelwasserstoff über und es bildet sich, neben einem Oele, das nach Asa foetida riecht, ein anderes, dem Terpentinöl ähnliches; — e) die Base des Schmirgels von guten Tabaksorten.

*Bemerkungen.* Mit Ausnahme der ätherischen Oele, der Säuren und Basen, sind die Körper, welche bei trockner Destillation der verschiednen organischen Stoffe gebildet werden, nicht flüchtig; wenigstens zersetzen sie sich grösstentheils, wenn sie von Neuem für sich destillirt werden, und liefern dabei ähnliche Producte wie Körper, die gar nicht flüchtig sind. Es sind also diese Körper nur flüchtig in Verbindung mit andern flüchtigen Körpern, als Oelen, Säuren, und wenn sich letztere aus ihnen erzeugt haben, verfliegen sie mit diesen. Diese halbflüchtigen Körper erfordern also zu ihrer Destillation, je nach dem Grade der Hitze und nach der Länge des Weges, den sie zu durchlaufen haben, eine verschiedene Menge der ganz flüchtigen Körper und folglich auch eine verschiedene Zersetzung, wenn sich letztere erst aus ihnen bilden müssen.

Die wohlriechenden Harze, die harzigen Farbestoffe, das Guajakharz u. s. w. geben bei der Destillation Harze, die die Eigenthümlichkeit derer, aus welchen sie genommen sind, verloren haben und mehr dem Colophon ähnlicher geworden sind. Der Geruch der meisten Harze ist dem gleich, welchen die ätherischen Oele der destillirten Harze besitzen. Es ist also wahrscheinlich, dass auch in gewöhnlicher Temperatur die vorhin erwähnte theilweise Zersetzung Statt findet.

(Beschluss folgt.)

Fig. I

Stunden

22 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 0 2 4

Fig. 1

Fig. 2

Lamanon

v. Humboldt

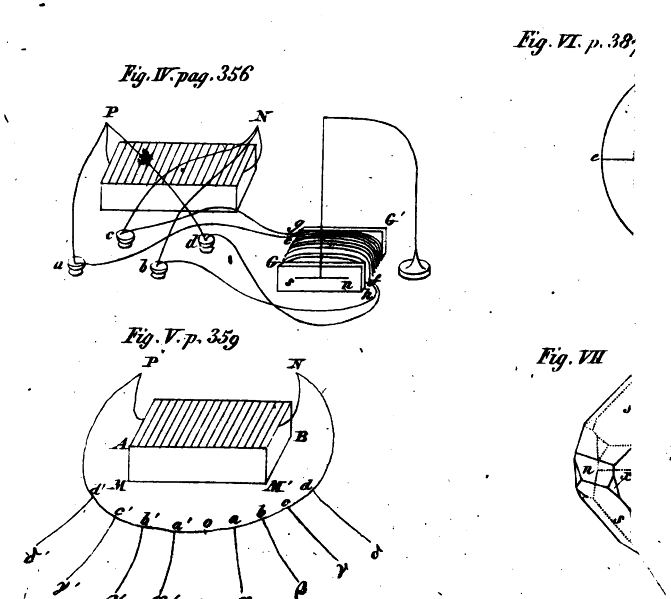
22 0

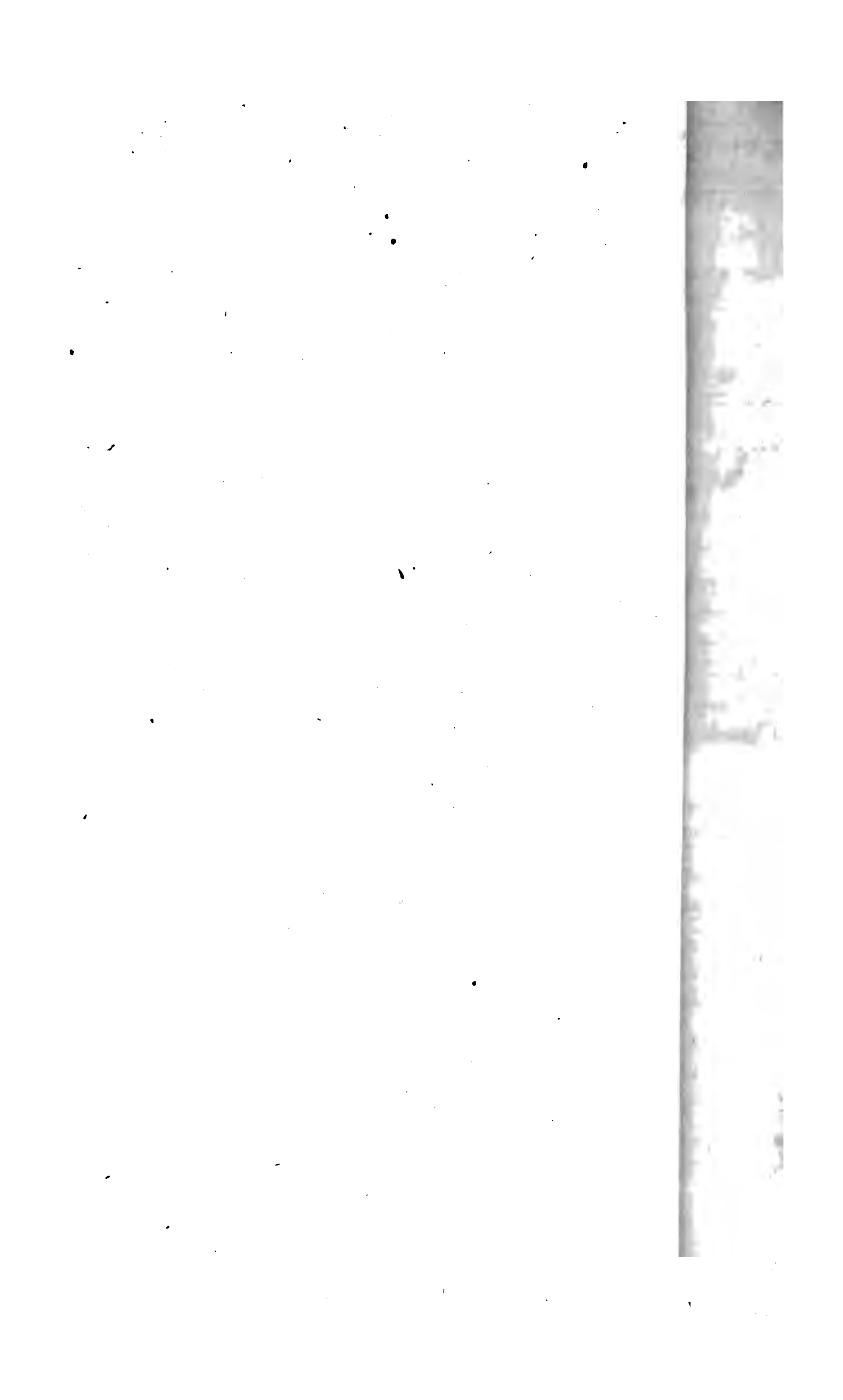
Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6





# ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1826, ZWÖLFTES STÜCK.

## I.

## Ueber die Schwefelſalze;

von

J. J. Berzelius.

(Beſchluſs.)

### VI. Tellurſchwefelſalze.

Das Schwefeltellur iſt bis jetzt wenig bekannt. Klaproth *) hat angegeben: „daſs das Tellur, wenn man es mit gleichen Theilen Schwefel zuſammenſchmelze, zu einer bleifarbenen ſtrahligen Maſſe flieſse, welche, im Deſtillationsgefäſse bis zum Glühen erhitzt, Schwefel abgebe und eine halbgeſchmolzene, poröſe Maſſe von mäſsigem Metallglanz hinterlaſſe, welche Schwefeltellur ſey.“ Es iſt mir nicht bekannt, daſs ſpäterhin jemand das Verhalten dieſes Schwefelmetalls unterſucht habe.

Tellur kann in allen Verhältniſſen mit Schwefel zuſammengeſchmolzen werden und dieſer färbt ſich dadurch zuerſt roth oder brandgelb. Wenn man die Menge des Metalles vermehrt, ſo wird die Maſſe roth beim

*) Beiträge III. 12.

hindurchsehen in dünnen Kanten, und schwarz im Reflexe; mit noch mehr Tellur, wird sie undurchsichtig und bleigrau. Auf trocknem Wege kann zwischen diesen beiden Körpern keine Verbindung im bestimmten Verhältnisse erhalten werden; eine solche kann nur dargestellt werden, wenn man Telluroxyd, auf nassem Wege, mit Schwefelwasserstoffgas zersetzt. Man erhält sie eben sowohl, wenn das Telluroxyd Basis ist, als wenn es Säure ist. Im ersten Falle setzt sie sich, als ein flockiger, brauner, durchscheinender Niederschlag ab, der bald dunkler und fast schwarz wird. In derselben Gestalt erhält man sie auch, wenn tellurgeschwefelte Salze mit einer Säure gefällt werden. Läst man dagegen die Lösung eines tellurgeschwefelten Salzes in Berührung mit der Luft, so überzieht sich ihre Oberfläche mit einer bleigrauen, metallisch glänzenden, nicht im mindesten krystallinischen Lamelle, die fortwährend an Dicke zunimmt, bis endlich alles Schwefeltellur abgeschieden ist. Das auf diese Weise erhaltene Schwefeltellur hat folgende Eigenschaften. Unter dem Polirstahle nimmt es einen glänzenden bleigrauen Strich an. Bei gelinder Hitze schmilzt es, kocht und schwellt auf, läfst sich aber nicht in einer zusammenhängenden blasenfreien Masse erhalten. Das geschmolzene Schwefeltellur ist dunkelgrau, etwas metallisch im Ansehen, zerbrechlich und leicht zu pulvern. Es ist ein Nichtleiter für Elektricität, sowohl ungeschmolzen als geschmolzen. Im Destillationsgefäfse erhitzt, giebt es Schwefel ab, der von einem geringen Tellurgehalte dunkelroth ist, und endlich bleibt, wenn die Hitze hinreichend lange fortgesetzt wird, metallisches Tellur zurück, welches,

wenn der Verſuch im Vacuo geſchieht, oder wenn der Rückſtand herausgenommen und in einem anderen Gefäſse erhitzt wird, durchaus ſchwefelfrei iſt. Es iſt von ſilberweiſser Farbe, von einem ausgezeichneten Metallglanze, leitet Elektricität, und iſt im Bruche ſtark kryſtalliniſch. Das Tellur verhält ſich alſo zum Schwefel ganz ſo, wie die edlen Metalle ſich zum Sauerſtoff verhalten; es wird nämlich bei einer hohen Temperatur ohne irgend einen Zuſatz reducirt.

Die ſicherſte Art, das Tellur rein zu erhalten, beſteht ohne Zweifel darin, das unreine Telluroxyd in einem waſſerſtoffgeſchwefelten Salze aufzulöſen, den Tellurſchwefel (Tellursvaſlan) daraus mit einer Säure zu fällen, und hernach das Tellur durch Deſtillation bei einer vorſichtig verſtärkten Hitze zu reduciren, ſo daſs der Schwefel übergeht, ohne daſs ſich Tellur zugleich mitverflüchtigt. — Das waſſerſtoffgeſchwefelte Salz ſcheidet die baſiſchen Metalloxyde (gewöhnlich Kupfer und Blei), welche im Telluroxyde enthalten ſeyn können, ſämmtlich ab, und macht ſie in Form von Schwefelmetallen unauflöslich; der bei Deſtillation des Schwefeltellurs gehen Arſenik und Selen mit dem Schwefel fort.

Das Schwefeltellur wird langſam, aber vollkommen vom kauſtiſchen Kali oder Natron aufgelöſt. Die Löſung iſt dunkelgelb und beſteht, wie bekannt, aus tellurſaurem Kali und tellurgeſchwefeltem Schwefelkalium. Kauſtiſches Ammoniak löſt das Schwefeltellur nur, wenn es friſch gefällt oder noch feucht iſt, und ſelbſt dann nur in unbedeutender Menge. Die Flüſſigkeit iſt blaſsgelb. Wenn der Tellurſchwefel (Tellursvaſlan), Arſenikſchwefel (Arseniksvaſlan),

oder Schwefelarsenik (Arsenikverlichet) enthält, was gewöhnlich der Fall ist, wenn er nicht zuvor davon befreit worden, so können diese dadurch abgeschieden werden, weil sie auch von verdünntem Ammoniak aufgelöst werden, und dieses nur wenig Tellurschwefel aufnimmt. Die wasserstoffgeschwefelten Salze werden erst beim Kochen vom Tellurschwefel zersetzt. Die höheren Schweflungsstufen der Schwefelalkalien werden ebenfalls durch denselben ganz unvollständig und träge zersetzt. Fällt man Tellurschwefel mit einer Säure aus einer Lösung, die Hepar enthält, so ist der Niederschlag hell braungelb oder schmuzig gelb, wird aber in sehr kurzer Zeit schwarzbraun oder braun. Diese Farbenänderung scheint von einer höheren Schweflungsstufe herzurühren, die zuerst abgeschieden, und nach einigen Augenblicken zersetzt wird, gleich dem Niederschlage, den Hepar in Bleisalzen macht, welcher zuerst blutroth ist, aber nach einer sehr kurzen Zeit schwarz wird. Dieſs geschieht auch, wenn ein Telluroxydsalz mit Hepar gefällt wird.

Der Tellurschwefel ist ein eben so schwach negatives Schwefelmetall, wie das Oxyd eine schwache Säure ist, und es darf nicht bezweifelt werden, daſs es gegen stärker elektronegative Schwefelmetalle eine Schwefelbasis seyn kann. Die tellurgeschwefelten Salze der acht alkalischen Radikale sind alle mit blaſsgelber Farbe im Wasser auflöslich und werden am besten durch Zersetzung des Sauerstoffsalzes erhalten, indem man dieſs, verdünnt mit Wasser, dem Schwefelwasserstoffgase aussetzt. Tellur und Antimon haben die Eigenschaft gemein, daſs sie auf nassem Wege keine neutrale Salze

hervorbringen können; deshalb wird, wenn man ihre neutralen Salze mit Schwefelwasserstoffgas zersetzt, ein Theil des neugebildeten Tellurschwefels in unaufgelöster und isolirter Form abgeschieden. Um die Zusammensetzung der in Wasser auflöslichen Verbindung zu bestimmen, vermischte ich wohl abgewaschenes tellursaures Natron mit Wasser, und setzte es einem Strome von Schwefelwasserstoffgas aus, so lange, als noch etwas absorbirt wurde. Ich erhielt eine blassgelbe Flüssigkeit und ein schwarzes Pulver von Tellurschwefel. Die erhaltene Flüssigkeit wurde mit Salzsäure zerlegt und gab 22 Thl. scharf getrockneten Tellurschwefel, so wie 40,5 Thl. Chlornatrium. Das zersetzte Sauerstoffsalz ist = $\ddot{Na}\,\ddot{Te}^2$. Hätte das zersetzte tellurgeschwefelte Salz eine gleiche Zusammensezzung gehabt, so wäre kein Tellurschwefel übrig geblieben. Nehmen wir aber an, das Salz bestehe aus $3 Na S^2 + 2 Te S^2$ oder sey zu ein-drittel tellurgeschwefelt, so entsprechen 22 Thl. Tellurschwefel, nach Zersetzung mit Salzsäure, 40 Thl. Kochsalz. Es ist also klar, dass das Salz diese Zusammensetzung gehat hat, und dass es erlaubt ist, auf eine gleiche Formel auch für die übrigen auflöslichen Salze zu schliessen. Der Tellurschwefel läfst sich mit diesen Salzen zusammenschmelzen, wird aber bei Wiederauflösung in Wasser abgeschieden; man sieht also, dass es neutrale Salze geben kann, dass aber die Wirkung des Wassers nur basische hervorbringt.

Die auflöslichen tellurgeschwefelten Salze werden an der Luft sehr schnell zersetzt; in trockner Form halten sie sich aber lange an derselben. Die geringste

Feuchtigkeit trägt bei sie zu zerstören. Die Schwefelbasis wird in ein unterschwefligsaures Salz verwandelt und der Tellurschwefel (svaflan) auf die Oberfläche der Flüssigkeit abgesetzt. In einem bedeckten Gefäfse können die tellurgeschwefelten Salze mit alkalischer Basis das Glühen ertragen, ohne zersetzt zu werden; die Salze der schwächeren Basen werden aber zersetzt, auf die Weise, dafs Schwefel aus dem Tellurschwefel ausgetrieben wird und hernach das Tellur eine Portion Schwefel aus der Schwefelbasis austreibt, worauf eine metallisch glänzende Metallmasse von Tellurbasis und Schwefelbasis, oder von Tellurmetall und Schwefelmetall zurückbleibt. Verschiedene von den in Wasser auflöslichen tellurgeschwefelten Salzen werden auch vom Alkohol gelöst, doch in geringerer Menge, als vom Wasser. Dabei setzt sich eine Portion Tellurschwefel ab, deren Menge sich nach der des angewandten Alkohols richtet, und die Lösung erhält hernach eine dunklere gelbe Farbe. Ich vermuthe, dafs diese Wirkung eine Folge ist von der grofsen Menge im Alkohol enthaltenen Luft, auf deren Kosten ein kleiner Theil der Schwefelbasis oxydirt wird.

*Tellurgeschwefeltes Schwefelkalium* schiefst bei Abdunstung im luftleeren Raume in deutlich vierseitigen Prismen von einer blafsgelben Farbe an. Eine concentrirte Auflösung kann sogar bei + 40° an offner Luft abgedunstet werden, und krystallisirt besser durch fortgesetztes Abdunsten, als durch Abkühlen. Das Salz wird feucht, wenn die Luft feucht ist, und wird bald schwarz. Es ist leicht zu schmelzen, sieht schwarz aus so lange es fliefst, ist aber nach dem Erkalten braungelb und löst sich wieder in Wasser.

*Tellurgeschwefeltes Schwefelnatrium* und *Schwefellithium* habe ich nicht zum Anschiefsen bringen können; sie trocknen im luftleeren Raume zu blafsgelben Salzmassen ein, welche an der Luft leicht zersetzt werden, besonders das Lithiumsalz.

*Tellurgeschwefeltes Ammonium* giebt, wenn die Lösung im Vacuo über Pottasche verdunstet wird, Krystalle, die denen des Kalisalzes gleichen und die an der Luft zersetzt werden. Auch im Vacuo wird ein Theil dieses Salzes zersetzt, dadurch, dafs ein Theil der Basis verfliegt; aber nachdem der Raum einen Theil derselben fortgenommen hat, verdunstet der Rest ohne Zersetzung.

*Tellurgeschwefeltes Schwefelbarium* erhält man am besten, wenn die Schwefelbasis mit Tellurschwefel gekocht und die Lösung im Vacuo abgedunstet wird. Das Salz schiefst in grofsen, blafsgelben, durchscheinenden, platten, schiefabgeschnittenen, vierseitigen Prismen an. Sie werden hernach sehr langsam in Wasser aufgelöst und bleiben an der Luft unverändert.

*Tellurgeschwefeltes Schwefelstrontium* giebt, bei Syrupsconsistenz, Zeichen von Krystallisation, und trocknet zu einer Salzmasse von blafsgelber Farbe ein, die sich völlig wieder in Wasser auflöst. Es hält sich gut an der Luft.

*Tellurgeschwefeltes Schwefelcalcium* trocknet zu einer gelben, nicht krystallinischen Masse ein, die an der Luft sehr bald zersetzt wird.

*Tellurgeschwefeltes Schwefelmagnesium* erhält man, wenn das Barytsalz mit schwefelsaurer Talkerde gefällt und die Lösung im Vacuo verdunstet wird. Es

giebt eine blassgelbe krystallinische Salzmasse, die unverändert vom Wasser aufgelöst wird und ziemlich gut von Alkohol.

Als ich versuchte, durch doppelte Wahlverwandtschaft mit tellurgeschwefeltem Schwefelnatrium die Salze der eigentlichen Erden zu zersetzen, wurde Schwefelwasserstoff entwickelt und ein Gemenge von Erde und Tellurschwefel mit schwarzer Farbe abgeschieden. Eben so verhalten sich auch die Chromoxydul- und Uranoxyd-Salze.

*Tellurgeschwefelte Salze von Schwefelmangan, Schwefelzink, Schwefelkadmium* und *Schwefelcerium* werden im ersten Augenblicke mit einer gelben, ins Braune fallenden, Farbe gefällt, die bald zunehmend dunkler wird, und endlich die Farbe des Tellurschwefels annimmt. Nach dem Trocknen sehen sie aus, wie Tellurschwefel und geben, auf die zuvor genannte Art, Schwefel bei der Destillation.

*Tellurgeschwefeltes Schwefeleisen* ist ein schwarzer Niederschlag. *Tellurgeschwefelter Eisenschwefel* wird in Form einer dunkelbraunen flockigen Masse gefällt, die bald zu einem zusammenhängenden Klumpen zusammenbackt. Nach dem Trocknen ist er sehr leicht zu schmelzen und läfst nach dem Glühen in einem Destillationsgefäfse, wobei sehr viel Schwefel fortgeht, eine graue metallisch glänzende Masse zurück.

*Tellurgeschwefeltes Schwefelkobalt* und *Schwefelnickel* werden beide mit schwarzer Farbe gefällt.

*Tellurgeschwefeltes Schwefelblei, Schwefelwismuth, Schwefelzinn* und *Tellurgeschwefelter Kupferschwefel* sind sämmtlich braune oder braungelbe Nie-

derschläge, die beim Trocknen schwarz werden, bei der Destillation Schwefel geben und als Rückstand eine graue metallisch glänzende Masse hinterlassen.

*Tellurgeschwefelter Zinnschwefel* ist viel dunkler von Farbe, als das Schwefelzinnsalz, so daſs sich wohl vermuthen läſst, daſs diese Verbindung eher zinngeschwefeltes Schwefeltellur ist, zumal der Zinnschwefel weit bestimmtere elektronegative Eigenschaften als der Tellurschwefel besitzt.

*Tellurgeschwefeltes Schwefelquecksilber* und *Tellurgeschwefelter Quecksilberschwefel* sind, das erste dunkelbraun und der andere gelbbraun. Das erstere verwandelt sich bei Destillation, wie es bei Quecksilbersalzen gewöhnlich geschieht, unter einer zischenden Entwicklung von Quecksilber, zu dem letzteren Salze, das bei Destillation Schwefel giebt und sich alsdann sublimirt. Der Sublimat ist dunkelgrau und giebt ein schwarzgraues Pulver.

*Tellurgeschwefeltes Schwefelsilber* ist ein schwarzer voluminöser Niederschlag, der unter dem Polirstahl Metallglanz annimmt. Giebt bei Destillation Schwefel und läſst eine geschmolzene, bleigraue Metallkugel zurück, die nicht verändert wird, wenn man sie aufs Neue in offenem Feuer schmelzt. Diese Metallmasse ist geschmeidig und weich, wie Blei, so daſs sie, ohne an den Kanten zu reiſsen, sich zu den dünnsten Blättchen ausschlagen läſst.

*Tellurgeschwefelter Platinschwefel* hält sich lange in der Auflösung, die eine tief dunkelgelbe Farbe hat, zurück, fällt aber nach ein Paar Tagen in durchscheinenden braunen Flocken nieder, die im Trocknen schwarz werden.

*Tellurgeschwefelter Goldschwefel* ist 'auflöslich in Wasser mit einer so tief braungelben Farbe, dass die Flüssigkeit undurchsichtig scheint. Nach einem oder ein Paar Tagen hat sich das meiste in Form einer voluminösen flockigen schwarzen Masse gefällt, die bei Destillation einen dunkelgefärbten Schwefel giebt und eine leichtschmelzende, graue, metallisch glänzende, spröde Metallmasse von Tellurgold giebt.

## VII. Ueber das Verhalten einiger anderen Körper zum Schwefel, hinsichtlich der Bildung von Schwefelsalzen.

Das *Antimon* bildet nicht weniger als drei Reihen von Schwefelsalzen, nämlich: antimongeschwefelte, antimonigtgeschwefelte, und unterantimonigtgeschwefelte. Diese Salze verdienen viel Aufmerksamkeit, theils weil sie in der Arzneikunde eine Rolle spielen, wie z. B, der Kermes, über dessen Natur so viel gestritten worden, ein solches Salz von Schwefelkalium oder Schwefelnatrium mit einem grossen Ueberschuss von Unterschwefelantimon (Underantimonsvalighet, gewöhnliches Schwefelantimon) ist, theils, weil in der Natur krystallisirte Verbindungen von Schwefelantimon mit basischen Schwefelmetallen vorkommen, die gewöhnlich von den deutschen Mineralogen mit dem gemeinschaftlichen Namen: *dunkle Fahlerze* benannt werden, und als natürliche unterantimonigtgeschwefelte Salze zu betrachten sind, unter welchen, bei näherer Untersuchung, vielleicht mehrere gefunden werden, die höhere Schweflungsstufen von Antimon enthalten. Eine Untersuchung der Antimonschwefelsalze ist, unter meiner Leitung, von Hrn. Setterberg angefangen, und ich hoffe,

der K. Akademie in Zukunft das Resultat seiner Arbeit auf diesem Wege vorlegen zu können.

Die höchste Schweflungsstufe des *Zinns* ($SnS^4$, Musivgold) hat sehr ausgezeichnete Eigenschaften einer Säure (Svafla) und giebt lösliche, zum Theil krystallisirende Salze mit den alkalischen Schwefelbasen. Ich habe schon an einer andern Stelle (K. Vet. Acad. Handl. 1821. p. 125) verschiedene Versuche angeführt, die beweisen, dass es solche Salze giebt, eben so, dass sie, mit einem Ueberschusse von Zinnschwefel digerirt, sich in Hepar verwandeln, auf die Weise, dass sie Zinn absetzen und Schwefel aufnehmen, bis ihr Zinnschwefel sich in $SnS^3$ verwandelt hat, welches keine Verwandtschaft zu den Schwefelbasen hat, sondern von diesen sogleich in Zinnschwefel, der sich auflöst, und in Schwefelzinn, das in Form eines schwarzen Pulvers ungelöst bleibt, zersetzt werden.

*Chrom* hat zum Schwefel eine so schwache Verwandtschaft, dass man schwerlich ein den chromsauren Salzen entsprechendes Schwefelsalz hervorbringen wird. Schmelzt man Chromoxydul mit Hepar, so erhält man, wenn die geschmolzene Masse in Wasser aufgelöst wird, Schwefelchrom ($Chr.S^8$) unaufgelöst in Form von grauen, krystallinischen, glänzenden Schuppen, und die Lösung enthält keine Spur von Chrom.

Wenn man dagegen zu einer Auflösung eines wasserstoffgeschwefelten Salzes eine verdünnte Auflösung von reiner Chromsäure tröpfelt, so wird zuerst ein brauner Niederschlag gebildet, der sich hernach in der Flüssigkeit auflöst und sie braun färbt. Zugleich wird ein grüngrauer Stoff gefällt. Die braune Auf-

löſung enthält eine Verbindung von Chromſchwefel (Chr $S^6$) mit der Schwefelbaſis; ſie hat aber ſehr wenig Beſtand und wird nicht gebildet, wenn man eine weniger verdünnte Auflöſung von Chromſäure anwendet, ſondern dieſe wird alsdann gänzlich zu einem Gemiſch von Oxydulhydrat mit Schwefel reducirt. Dieſelbe Auflöſung erhält man auch, wenn doppeltchromſaures Kali in Waſſer aufgelöſt und durch einen Strom von Schwefelwaſſerſtoffgas zerſetzt wird. Graugrünes Schwefelchrom, das in kauſtiſchem Kali mit grasgrüner Farbe löslich iſt, wird gefällt und die filtrirte Flüſſigkeit iſt braun. An der Luft ſetzt ſie Chromſchwefel (Chromsvafla) in Form eines braunen Niederſchlags ab. Bei Digeſtion ſetzt ſie, beſonders wenn ſie verdünnt iſt, Schwefel ab und oxydirt ſich zu chromſaurem Kali.

*Selen*, ſollte man vermuthen, müſste Schwefelſalze geben, eben ſo wie es Sauerſtoffſalze giebt; dieſs iſt aber nicht der Fall, wenigſtens iſt es mir nicht geglückt, ſolche hervorzubringen. Schwefelſelen zerſetzt die waſſerſtoffgeſchwefelten Salze nicht eher, als bis die Miſchung erhitzt wird, und auch dann ſehr langſam. Es ändert dabei ſein Anſehen, wird ſchwarz und fällt zu einem geringeren Volumen zuſammen. War das Salz in Ueberſchuſs, ſo bleibt Selen frei von Schwefel zurück und die Flüſſigkeit enthält ein Gemiſch von Hepar und Selenmetall. War das Schwefelſelen in Ueberſchuſs, ſo enthält die Flüſſigkeit kein Selen. Wenn Schwefelſelen, ohne Hülfe von Wärme, mit einer Lauge von kauſtiſchem Kali übergoſſen worden, ſo löſt dieſe den Schwefel auf und läſst das Selen zurück. Iſt die Lauge in hinreichender Menge

zugegen, so löst sie auch Selen, aber dann ist das Ungelöste schwefelfreies Selen *). Es ist also klar, daſs in diesem Falle die Schwefelbasis vorzugsweise einen Ueberschuſs von Schwefel aufnimmt, und daſs erst dann, wann dieser nicht mehr hinreicht, Selen aufgelöst wird. Dieser Umstand scheint zu beweisen, daſs es, wenigstens auf nassem Wege, keine selengeschwefelte Salze giebt. — Schmelzt man Schwefelselen mit kohlensaurem Kali zusammen und löst hernach die Masse in Wasser auf, so bleibt, wenn das Alkali nicht im Ueberschuſs da war, Selen frei von Schwefel ungelöst. Wenn eine Lösung eines neutralen oder selbst basischen selensauren Salzes durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt wird, so trübt sich die Flüssigkeit vom ersten Augenblicke an, zuerst wird reines Selen abgeschieden, dann Schwefelselen (wenn die Flüssigkeit verdünnt ist) und darauf Schwefel. In concentrirten Lösungen wird ein brandgelber Nieder-

*) Dieſs giebt eine sehr leichte Weise, aus dem Schwefelselen, so wie es aus den Schwefelsäure-Fabriken erhalten wird, das Selen mit geringen Kosten auszuziehen. Ich löste gelben, krystallisirten Selenschwefel von Lukawitz in Böhmen (den Hr. Prof. Steinmann in Prag die Güte hatte mir zu schicken) in kaustischem Kali auf und lieſs die Lauge an offner Luft bei + 22° stehen. Während sich das Salz in ein unterschwefligsaures verwandelte, wurden an 11¾ pr. Ct. von dem Gewichte des aufgelösten Schwefels an Selen gefällt. Als die Flüssigkeit noch röther war, als eine Lösung von Hepar, wurde sie eine Weile mit einem Stück hineingelegten Schwefels gekocht, worauf die letzte Portion Selen gefällt wurde, die noch ¾ pr. Ct. betrug. Das Selen war vielleicht nicht absolut frei von Schwefel.

schlag gebildet, der bald schwarz oder schwarzbraun wird, und auf welchen sich ein gelber, zuweilen krystallinischer, Niederschlag von reinem Schwefel legt. Die Erklärung dieses paradoxen Verhaltens ist leicht. Das einströmende Gas erzeugt Schwefelselenium, das niederfällt, und Schwefelalkali, das in der Lösung zurückbleibt, aber auf Kosten des Schwefelselens in Kurzem höher, zu $KS^6$ oder $\dot{Na}\,S^6$, geschwefelt wird, wodurch das Selen frei und der Niederschlag geschwärzt wird. Bei Fortsetzung der Operation wird der überschüssige Schwefel vom Schwefelwasserstoff gefällt und endlich bleibt ein Gemisch von ein wenig Hepar mit dem wasserstoffgeschwefelten Salze zurück, doch etwas mit Selen verunreinigt, weshalb der gefällte Schwefel, nachdem er gesammelt worden, gelber als sonst ist; doch enthält er nur eine Spur von Selen.

Dafs *Bor*, *Kiesel* (Silicium *P.*) und *Titan* auf nassem Wege keine Schwefelsalze geben, ist aus älteren Versuchen schon bekannt. Es ist glaublich, dafs sie auf trocknem Wege durchs Zusammenschmelzen erzeugt werden können. Sie haben indefs für jetzt kein Interesse, das die Schwierigkeit ihrer Untersuchung aufwiegen könnte. Dafs das *Tantal* auf trocknem Wege ein tantalgeschwefeltes Salz hervorbringen kann, und dieses auf nassem Wege durch das Wasser zersetzt wird, habe ich in den K. Acad. Handl. 1824. p. 287 *) schon gezeigt.

Die *Salzbilder* geben keine Schwefelsalze. Ver-

*) Dief. Annal. Bd. 80. S. 13. (*P.*)

einigt man z. B. Chlorſchwefel mit Schwefelkalium ſo erhält man Chlorkalium und Schwefel.

Es giebt Verbindungen von Goldſchwefel ($AuS^3$), Platinſchwefel ($PtS^2$), Rhodiumſchwefel ($RS^4$) mit mehr baſiſchen Schwefelmetallen, welche als Verbindungen zwiſchen den baſiſchen Metalloxyden, z. B. von Kali mit Platinoxyd oder mit Kupferoxyd, betrachtet werden müſſen, und welche zeigen, daſs der Schwefel bis ins Detail das Verhalten des Sauerſtoffs nachahmt. —

Die Verſuche, welche ich in dem Vorhergehenden angeführt habe, beweiſen: 1) daſs es eine zahlreiche und intereſſante Klaſſe von Salzen giebt, in welchen die Stelle des Sauerſtoffs in den Sauerſtoffſalzen durch eine gleiche Anzahl von Schwefelatomen eingenommen wird, und daſs dieſe den Sauerſtoff gegen den Schwefel vertauſchen, was ſich bei mehreren Sauerſtoffſalzen durch Einſtrömen von Schwefelwaſſerſtoffgas bewerkſtelligen läſst, deſſen Waſſerſtoff auf Koſten des Sauerſtoffs, ſowohl der Säure wie der Baſe, oxydirt wird.

2) Daſs eine Menge dieſer Salze, im Allgemeinen alle die von Metallen, die Alkalien oder alkaliſche Erden bilden, ſich in Waſſer auflöſen, kryſtalliſiren, ſich mit Kryſtallwaſſer verbinden, ſich bald miteinander, bald mit Sauerſtoffſalzen zu Doppelſalzen verbinden, verſchiedene Sättigungsſtufen haben und bei dieſen im Allgemeinen denſelben Multiplen wie die Sauerſtoffſalze folgen.

3) Daſs die Schwefelſalze hauptſächlich in ſolchen Verhältniſſen gebildet werden, welche entſprechende

Sauerstoffsalze haben, dass es aber auch Schwefelsalze giebt, für die die entsprechenden Sauerstoffverbindungen fehlen, z. B. unterarsenichtgeschwefelte, molybdänübergeschwefelte.

4) Dass nicht alle Radikale der Sauerstoffsäuren Schwefelsalze bilden können, oder wenigstens, dass solche bis jetzt nicht alle hervorgebracht werden konnten. Salzbilder, Stickstoff, Bor, Kiesel, Titan und Selen geben keine Schwefelsalze. Hieher müssen auch die zusammengesetzten Radikale der organischen Säuren gezählt werden, obgleich es sich wohl denken lässt, dass eine solche Umwandlung einiger unter ihnen möglicherweise in der Folge könnte entdeckt werden.

5) Die negativen Schwefelverbindungen (Svaflor) und folglich die Schwefelsalze, werden mit Wasserstoff, Kohle, Phosphor, Arsenik, Molybdän, Wolfram, Tellur, Antimon, Zinn gebildet; weniger deutlich mit Chrom, Tantal, Gold, Platin, Rhodium und vielleicht noch mit einigen von den weniger basischen Schwefelmetallen.

## II.

### Ueber eine neue Klasse von Krystallformen;

von

E. Mitscherlich.

Haüy theilte die verschiedenen Krystallformen nach den Blätterdurchgängen und der Symmetrie der Flächen in eine grosse Anzahl allgemeiner Klassen. Weiss, Mohs, Hausmann und mehrere andere Krystallographen haben nur auf die Symmetrie der Flächen Rücksicht genommen und theilen die Krystallformen in zwei grosse Abtheilungen, wovon die eine das rhomboëdrische System, die andere 5 Systeme enthält, das reguläre System, das quadratoctaëdrische (pyramidale), das rhombenoctaëdrische (prismatische System), das schiefe Prisma (hemiprismatische, ein- und zweigliedrige System), das schiefe Prisma mit rhomboidischer Basis (tetartoprismatisches, ein- und ein-gliedriges System). Zwischen den beiden letzteren Systemen liegt das System, was ich jetzt beschreiben werde, das am ausgezeichnetsten beim unterschweflichtsauren Kalk vorkömmt.

Im hemiprismatischen System sind die Seitenflächen des Prismas *MM* Fig. 11. und die gegenüberstehenden Kanten einander gleich, und werden symmetrisch durch Flächen verändert; eben so die Ecken *EE*; die Ecken *A* und *O* sind aber von ungleichem Werth und werden ungleich verändert; im tetartoprismatischen System findet diese Verschiedenheit und ungleiche Ver-

änderung durch Flächen nicht allein auf den Ecken *A* und *O*, sondern auch bei den Ecken *E* und *E* Statt, und die Kanten der Seitenflächen werden, da diese unsymmetrisch sind, auch in Bezug auf die Seitenfläche unsymmetrisch verändert. Zwischen dem tetartoprismatischen und hemiprismatischen System liegt also noch ein System, bei dem die Ecken *A* und *O* und *E* und *E* von ungleichem Werthe sind, und ungleich durch secundäre Flächen verändert werden, während die Seitenflächen von gleichem Werthe sind und die Kanten derselben in Hinsicht der Seitenflächen durch secundäre Flächen symmetrisch verändert werden; zu diesem System gehört die Krystallform des unterschwefelsauren Kalks und wahrscheinlich noch mehrere andere Körper *).

Am deutlichsten faſst man diese Krystallform auf, wenn man sich ein schiefes Prisma denkt, das statt der Fläche *P* die mit der geneigten Diagonale parallele Fläche *n* zur Endfläche hat (Fig. 12).

Durch Messung fand ich *b* zu *a* = 90° Fig. 2 Taf. III. Bei den verschiedenen Krystallen fand nur eine Differenz von 2′ — 3′ Statt, eine bedeutendere Verschiedenheit zeigte sich gleichfalls nicht zwischen der Neigung von *M* zu *a* und *M′* : *a*; nach

*) Herr Professor G. Rose schlieſst aus seinen neuesten Beobachtungen über die Krystallformen des Feldspaths, daſs diese gleichfalls zu diesem System gehören; indem nämlich *P* und *M* rechte Winkel bilden, und *T* und *l* unter verschiedenen Winkeln gegen *M* geneigt sind; man würde darnach die Flächen *nn* als Seitenflächen des Prisma annehmen müssen. Siehe Annalen der Physik, 1823. St. 4. Taf. II. Fig. 19.

dem Mittel mehrerer Messungen betrug die Neigung von

$M$ zu $M'$ . . 78° 10'
$P$ - $a$ . . 107° 2'
$P$ - $b$ . . 98° 21'

daraus folgt nach der gewöhnlichen Berechnungsmethode bei dem schiefen Prisma, da die Kante $x = OA$ und die Kante $y = EI$ ist (Fig. 1 u. 5)

Kante $x$ zu $a$ = 107° 13'
$y$ - $b$ = 98° 44'

Um die Neigung von $P$ zu $M$ und die ebnen Winkel $otsr$ zu berechnen, wurden die Formeln für das schiefwinklichte sphärische Dreieck angewandt; in dem sphärischen Dreiecke, welches durch die Flächen $M$, $P$ und $AOA'O'$ bei $O$ gebildet wird, sind zwei Kantenwinkel $M$ zu $AA' = \frac{1}{2}(M$ zu $M')$ und $P$ zu $AA'$ = $P'$ zu $b$ bekannt und der eingeschlossene ebene Winkel, den die Linie $OA$ (= Kante $x$) mit $a$ macht; man erhält also, wenn man die ebnen Winkel $r$ und $s$ sucht, nach der Formel

$$\text{tang}\ \tfrac{1}{2}(b+c) = \frac{\cos\frac{1}{2}(B-C)}{\cos\frac{1}{2}(B+C)}\ \text{tang}\ \tfrac{1}{2}a$$

$$\text{tang}\ \tfrac{1}{2}(b-c) = \frac{\sin\frac{1}{2}(B-C)}{\sin\frac{1}{2}(B+C)}\ \text{tang}\ \tfrac{1}{2}a$$

wenn wir $s$ mit $b$ und $r$ mit $c$ und $P$ zu $b$ mit $B$ und $\frac{1}{2}(M$ zu $M)$ mit $C$ und den ebenen Winkel $x$ zu $a$ mit $a$ bezeichnen:

$$l \cos \tfrac{1}{2}(81^\circ 39' - 39^\circ 5') = l \cos 21^\circ 17' = 9{,}96932$$

$$- l \cos \tfrac{1}{2}(81^\circ 39' + 39^\circ 5') = l \cos 60^\circ 22' = 9{,}69412$$

$$0{,}27520$$

$$+ l \operatorname{ctg} \tfrac{1}{2}(72^\circ 47') = l \operatorname{ctg} 36^\circ 23\tfrac{1}{2}' = 9{,}86749$$

$$l \operatorname{tg} 54^\circ 15' = l \operatorname{tg} \tfrac{1}{2}(s + r) = 0{,}14269$$

$$l \sin 21^\circ 17' = 9{,}55938$$

$$- l \sin 60^\circ 22' = 9{,}93912$$

$$= 9{,}62076$$

$$+ l \operatorname{ctg} 36^\circ 23\tfrac{1}{2} = 9{,}86749$$

$$l \operatorname{tg} 17^\circ 6\tfrac{1}{2} = l \operatorname{tg} \tfrac{1}{2}(s - r) = 9{,}48825$$

Alfo

$$\tfrac{1}{2}(s + r) = 54^\circ 15'$$

$$\tfrac{1}{2}(s - r) = 17^\circ 6\tfrac{1}{2}'$$

$$r = 37^\circ 8\tfrac{1}{2}'$$

$$s = 71^\circ 21\tfrac{1}{2}' = 108^\circ 38\tfrac{1}{2}'$$

Um $t$ und $o$ zu finden, mufs man nur das Complement des ebnen Winkels, nämlich 107°. 13′. anwenden; alfo, indem wir die fo eben erhaltenen Werthe benutzen:

$$0{,}27520$$

$$\cot \tfrac{1}{2}(107^\circ 13') = \cot 53^\circ 36\tfrac{1}{2}' = 0{,}13251$$

$$l \operatorname{tg} 68^\circ 38' = l \operatorname{tg} \tfrac{1}{2}(o + t) = 0{,}40771$$

$$9{,}62076$$

$$l \cot \tfrac{1}{2}(107^\circ 13') = \cot 53^\circ 36\tfrac{1}{2}' = 0{,}13251$$

$$\operatorname{tg} 29^\circ 32' = \operatorname{tg} \tfrac{1}{2}(o - t) = 9{,}75327$$

$\frac{1}{2}(v + t) = 68^\circ\ 38'$
$\frac{1}{2}(v - t) = 29^\circ\ 32'$

$t = 39^\circ\ 6'$
$a = 98^\circ\ 10'$

Aus den ebnen Winkeln $t$ und $r$ und dem Kantenwinkel, den $M$ mit $AA' = \frac{1}{2}(M$ zu $M')$ bildet, und dem ebnen Winkel $x$ zu $a$ kann man nun die Neigung von $P$ zu $M'$ und $P$ zu $M$ nach der Formel $\sin A = \frac{\sin a \sin C}{\sin c}$ beſtimmen.

$l \sin 72^\circ\ 47' = 9{,}89109$
$l \sin 39^\circ\ 5' = 9{,}79965$

$9{,}77974$
$l \sin 39^\circ\ 6' = 9{,}79981$

$l \sin 72^\circ\ 43' = 9{,}97993$

alſo

$P : M = 107^\circ\ 17'$

und wenn wir den ebnen Winkel $r$ mit $c$ bezeichnen, ſo erhält man:

$l \sin 72^\circ\ 47' = 9{,}98009$
$l \sin 39^\circ\ 5' = 9{,}79965$

$9{,}77974$
$l \sin 37^\circ\ 8\frac{1}{4}' = 9{,}78088$

$l \sin 85^\circ\ 51' = 9{,}99886$

alſo

$P : M = 94^\circ\ 9'$

Die Höhe des Prismas wurde durch die Fläche $f$ beſtimmt, die die Ecke $A$ abſtumpft, ihre Neigung gegen $P$ betrug $110^\circ\ 58'$, als Mittel unſerer Meſſun-

gen; folglich $f$ zur Fläche $a = 38°$; daraus berechnet man die Höhe des Prismas auf folgende Weise:

$$l.\cot 38° = 0{,}10719$$
$$l \cot (P \text{ zu } M) = l.\cot 72° 58' = 9{,}48624$$
$$\overline{\phantom{0}0{,}62095}$$

und da cot ($x$ zu $a$) : cot ($x$ zu $a$) :: ctg 38° : ctg 72° 58',
so ist

$$l \cot (x \text{ zu } a) = l \text{ ctg } 72° 47' = 9{,}49118$$
$$+ 0{,}62095$$
$$x \text{ zu } a = l \text{ ctg } 37° 41' = 0{,}11213$$
$$l \text{ ctg } 37° 41' = 0{,}11213 = l\ 1{,}2943$$
$$l \text{ ctg } 72° 47' = 9{,}49118 = l\ 0{,}30986$$
$$\text{Höhe des Prismas} = 1{,}60416$$

denn wenn Fig. 6 den Durchschnitt des Prismas nach $AA'$ darstellt, so zieht man $OO'$, so daſs dieſe Linie mit $OA'$ 37° 41' macht, $AO$ iſt alsdann die Höhe des Prismas; ctg 37° 41' giebt das Verhältniſs der Linie $b$ zu $Oc$ an; $cA'$ iſt $= fA$ und ctg $OAO'$ giebt das Verhältniſs von $fA$ zu $b$ an; folglich ctg 72° 47' + cot 37° 4' das Verhältniſs von $b$ zu $AO$ oder der längern Diagonale einer Fläche, perpendicular den Seitenflächen des Prismas zur Höhe; die Diagonalen dieſer Fläche geben das Verhältniſs der dritten Axe zu dieſen beiden; da tang 39° 5' = 0,8122, ſo erhält man, wenn $a$ die Höhe des Prismas, $b$ die längere Diagonale und $c$ die kürzere Diagonale einer der Seitenflächen perpendiculär durchs Prisma gelegten Fläche iſt, folgende Werthe für die 3 Dimenſionen

$$a = 1{,}6042$$
$$b = 1$$
$$c = 0{,}3122.$$

Durch das Verhältniſs der Kanten, die die Flächen *c i l f n g k d h v e* untereinander bilden, iſt die Lage dieſer Flächen beſtimmt, und ſie laſſen ſich leicht berechnen. Zeichnet man z. B. zuerſt die Fläche *f*, die der kürzern Diagonale der Fläche *P* parallel iſt, in die primitive Figur hinein, indem man ſie durch *OO'* legt, und zeichnet alsdann die Flächen ſo hinein, daſs ſie mit *OI* parallel iſt und zugleich mit der längern Diagonale der Fläche *f* parallel iſt, beides folgt aus der beobachteten Lage, und fängt man von *OI* an, ſo trifft ſie die Kante *O'I'*; eine Fläche, die die Kante *E* erſetzt, ſo gezeichnet, daſs ſie der längeren Diagonale von *P* parallel und die Fläche *n* ihrer Diagonale parallel iſt, geht durch die Ecken *I* und *I'*. Aus denſelben Gründen geht die Fläche *k* durch *AI* und *A'I'*, die Fläche *c* durch *A* und *A'*, die Fläche *l* durch *EO* und *E'O'*. Eine einfache Conſtruction zeigt gleichfalls, daſs wenn *m*, welches die Kante zwiſchen *f* und *g* erſetzt, und der Kante zwiſchen *M* und *P* parallel iſt, von *IO* an durchs Prisma gelegt wird, die Fläche *EAO'I'* in der halben Höhe ſchneidet; denn wenn wir z. B. einen ähnlichen Fall für eine Fläche, die die Kante zwiſchen *P* und *M'* erſetzt, weil die Zeichnung der primitiven Figur dieſen Fall beſſer darſtellt, beſtimmen wollen, ſo iſt Fig. 8. *Ap A'q* die Fläche *c* und *Ez E'v* die Fläche *i*; beide Flächen ſchneiden ſich in *nm*, *nm* iſt gleich *Aq* und *Ez*; eine Fläche parallel mit der Kante *nm* von *EA* an durchs Prisma

gelegt, wird die Fläche $OIA'E'$ bei $s$ und $q$ schneiden; die Fläche $Aq\,A'p$ ist die kürzere Diagonale der Fläche $P$ parallel; folglich ist $Ip = pE'$, folglich schneidet die Fläche, die $OI$ und $nm$ parallel ist, die Fläche $OIA'E'$ in der Hälfte der Höhe, wenn man sie von $EA$ an durchs Prisma legt; wie bei der Fläche $m$, so schneiden, wie diess aus dem Parallelismus der Kanten folgt, die Flächen $ehd$ die ihnen, auf ähnliche Weise, wie bei $m$ die Fläche $EA'O'$, entsprechenden Flächen oder Kanten.

Ich halte es für nothwendig, da diese Klasse von Krystallformen einige besondere Fälle für die Berechnung der Winkel darbietet, diese weitläuftig hier anzuführen, da man aus dieser zugleich noch besser das Verhalten der einzelnen Flächen gegen einander übersieht.

Fig. 6. stellt einen Durchschnitt der primitiven Figur nach $AO$ dar; das Verhältniss der Kanten, die die Fläche $c$ bildet, zeigt, dass wenn man sie von $A$ an durch die primitive Figur legt, sie durch die Ecke $A'$ geht. Folglich

$$\cot a + 2\cot b = \cot c$$

denn $Af$ ist gleich $O'k$ und $Oc$ gleich $O'f$.

$$\cot a = \cot 38^\circ = 1{,}280$$
$$2\cot b = 2\cot 72^\circ 53' = 0{,}6127$$

$$\cot 27^\circ 51\tfrac{1}{4}' = \cot c = 1{,}8927$$

also

$$c \text{ zu } a' = 27^\circ 51\tfrac{1}{4}' \;;\; c \text{ zu } P = 134^\circ 53\tfrac{1}{4}'$$

Die Fläche $d$ schneidet, wie ich angeführt habe, von $A$ an durch die primitive Figur gelegt, $OA'$ in der Hälfte der Höhe bei $g$ (Fig. 7); folglich

$$\frac{\cot a + \cot b}{2} + \cot b = \cot k$$

$$\cot a = \cot 38 = 1{,}280$$
$$+ \cot b = \cot 72°{,}58 = 0{,}3064$$
$$\overline{\phantom{0}1{,}5864}$$
$$2)\overline{\phantom{0}0{,}7932}$$
$$+ \cot b = 0{,}3064$$
$$\cot 42°\ 17' = \overline{1{,}0996} = \cot k$$

also

$$d \text{ zu } P = 149°\ 19' \ ; \ d \text{ zu } a' = 42°\ 17'$$

Die Fläche $e$ schneidet von $O$ an durch die primitive Form gelegt $OA$, wie ich angeführt habe, in der Hälfte der Höhe, also bei $i$ (Fig. 7), folglich

$$\frac{\cot b + \cot a}{2} - \cot b = \cot o$$

$$\cot b = 0{,}3064$$
$$+ \cot a = 1{,}280$$
$$\overline{\phantom{0}1{,}5864}$$
$$2)\overline{\phantom{0}0{,}7932}$$
$$- \cot b = 0{,}3064$$
$$\cot o = 0{,}4868 = l \cot 64°\ 2\tfrac{1}{2}'$$

also

$$e \text{ zu } a' = 64°\ 2\tfrac{1}{2}'$$
$$e \text{ - } P = 137°\ \tfrac{1}{2}'$$

Die Neigung der Flächen $g\,h\,i$ die der längern

Diagonale der Fläche $P$ parallel sind, werden eben so berechnet, wie die vorhergehenden, die der kürzern Diagonale parallel sind. Fig. 9 stellt einen Durchschnitt der primitiven Figur nach $EI$ vor; die Fläche $i$ trifft, wenn sie von $E$ an durchs Prisma gelegt wird, die Ecke $E'$; $a$ sey gleich $x$ zu $a$ und $b = v : a$ (Fig. 2 u. 5), so ist cot $a$ + cot $b$ gleich der Höhe des Prismas, oder $OA$ dividirt durch die längere Diagonale einer Fläche, die, den Flächen $M$ perpendiculär, durchs Prisma gelegt ist und ein Rhombus ist. $m$ sey gleich dem halben spitzen Winkel des Rhombus = $\frac{1}{2}(M$ zu $M')$, dann ist $\frac{\cot a + \cot b}{\text{tang } m}$ die Höhe des Prismas, oder $IE$ dividirt durch die kürzere Diagonale ($Ir$ Fig. 9). Da nun $Pq = Er$, so folgt, wenn wir $r$ die Neigung der Kante $y$ zu $b$ und $o$ die Neigung von $w$ zu $b$ (Fig. 5) nennen

$$\frac{\cot a + \cot b}{\text{tang } m} + \cot r = \cot o$$

$$l\,(\cot a + \cot b) = l \,.\, 1{,}60416 = 0{,}20524$$
$$-\; l \text{ tang } 39^\circ\, 5' = 9{,}90966$$
$$l\; 1{,}975 = 0{,}29558$$
$$l \,.\, 0{,}1536 = 9{,}18644 = l \,.\cot 81^\circ\, 16'$$
$$l \cot o = l \,.\, 2{,}1286 = 0{,}32809$$

Der Winkel $o$ ist die Neigung der Kante $w$ zu $b$; und aus dieser Neigung die Neigung der Fläche $v$ zu $b$ zu finden, addirt man $l$ sin ($x$ zu $a$) = $l$ sin 72° 46′

$$l \cot o = 0{,}32809$$
$$+ \sin 72^\circ\, 47' = 9{,}98009$$
$$0{,}30818 = l \cot 26^\circ\, 11\tfrac{3}{4}' = l \cot (i \text{ zu } b)$$

Alſo

$$i \text{ zu } b' = 26° \, 11\tfrac{1}{2}'$$
$$i - P = 124° \, 32\tfrac{1}{2}'$$

Setzen wir $i$ zu $b = w$ und $P$ zu $b = s$ und $g$ zu $b = d$, ſo iſt

$$\cot w - 2 \cot s = \cot d$$
$$\cot w = 2{,}033$$
$$-2 \cot 81° \, 39' = 2 \cot s = 0{,}2936$$
$$\cot d = 1{,}7394 = \cot 29° \, 53\tfrac{5}{8}'$$

Alſo

$$g \text{ zu } b = 29° \, 53\tfrac{5}{8}'$$
$$g - P = 111° \, 32\tfrac{5}{8}'$$

Für $h$ gilt dieſelbe Conſtruction, wie für $d$ und $e$

$$\cot w = 2{,}033$$
$$\cot s = 0{,}1468$$
$$2) \; \frac{1{,}8862}{0{,}9431}$$
$$-\cot s = 0{,}1468$$
$$\cot (h \text{ zu } b) = 0{,}7963 = \cot 51° \, 28'$$

Alſo

$$h \text{ zu } b = 51° \, 28'$$
$$h - P = 133° \, 7'$$

In Fig. 10 ſtellt $wxyz$ einen Durchſchnitt vor, perpendiculär durch die Kanten $OIE'A'$, die Fläche $n$, wenn man ſie von $OI$ durch das Prisma legt, trifft, wie ich ſchon angeführt habe, die Kante $O'I'$ und geht von $x$ nach $z$. Die Cot. des Winkels $zxw$ iſt zu beſtimmen; er iſt die Neigung der Fläche $n$ zu $M'$.

cot $a$ + cot $b$ iſt gleich $OA'$, dividirt durch die längere Diagonale, einen Rhombus, der perpendicu-

den Seitenflächen durchs Prisma liegt; mit $a$ und $b$ werden dieselben Winkel wie gleich vorher bezeichnet (p. 430); $zv$ ist gleich einer Linie, die auf ... genüberstehende Seiten des Rhombus perpendi... steht, nun ist

$$\frac{\cot a + \cot b}{\sin \frac{1}{2}(M:M')} = \frac{OA}{zv}$$

und $\frac{\cot a + \cot b}{\sin \frac{1}{2}(M:M')} \cos(o - 90) = \frac{xw}{zv}$

... ist der ... die Kanten $OI$ und $OA$ bilden.

$$\frac{xw}{zv} - \cot(P ... \frac{rv}{zv} = \cot zxv$$

$l(\cot a + \cot b) = l$ ... $0416 = 0{,}20524$
$- l \sin \frac{1}{2}(M:M) = \sin$ ... $9° 5' = 9{,}79965$

$0{,}40559$

$+ l \cos(o - 90) = l \cos 8° 10' = 9{,}99557$

$l\ 2{,}5185 = 0{,}40116$

$2{,}5185$

$- \cot(P:M''') = - \cot 72° 43' = 0{,}31115$

$\cot(n \text{ zu } M) = 2{,}20735 = 24° 22\frac{1}{2}'$

Also

$n$ zu $M' = 24° 22\frac{1}{2}'$
$n$ zu $P = 97° 5\frac{1}{2}'$

Für $m$ gilt dieselbe Construction, wie für $e$ Fig. 7.

$\cot(n \text{ zu } M''') = 2{,}20735$
$+ \cot(P \text{ zu } M) = 0{,}31115$

$2{,}51850$

2) ————

$1{,}25925$

$- \cot(P \text{ zu } M) = 0{,}31115$

$\cot(m \text{ zu } M') = 0{,}94810 = \cot 46° 31' ...$

lso

$m$ zu $M' = 46° 31\frac{1}{3}'$
$m$ - $P = 119° 5\frac{1}{3}'$

Die Berechnung für $n$ und $l$ ist von der oben angeführten nur darin verschieden, dass die Neigung von $P$ zu $M$ 94° 9′ und der ebne Winkel $s$ der Fläche $M$ 108° 38½′ beträgt.

$$\frac{l\,(\cot a + \cot b)}{\sin \frac{1}{2}(M:M')} = 0{,}40359$$

$$l \cos 18°\ 38\tfrac{1}{2}' = 9{,}97664$$

$$0{,}38223 = l\ 2.411$$

$$l \cot 85°\ 51' = 8{,}86069 = l\ 0{,}07256$$

$$\cot 2{,}411 - 0{,}07256 = l\ 2{,}3384 = 0{,}36884 = l \cot 23°\ 29\tfrac{1}{4}'$$

lso

$l$ zu $M' = 23° 29\frac{1}{2}'$
$l$ - $P = 109° 20\frac{1}{2}'$

nd auf ähnliche Weise berechnet ist

$n$ zu $M' = 21° 22'$
$n$ - $P = 115° 31'$

Die wichtigeren Winkel sind folgende:

$M$ zu $M' = 78° 10'$
$P$ - $a = 107° 2'$
$P$ - $b = 98° 21'$
$x$ - $a = 107° 13'$
$y$ - $b = 98° 44'$
der ebne Winkel $r = 37° 8\frac{1}{2}'$
$s = 59° 6'$
$s = 108° 38\frac{1}{2}'$
$o = 98° 10'$

$P$ zu $M = 94° \; 9'$
$P - M' = 107° \; 17'$
$P - f = 110° \; 58'$
$f - e = 58°$
$P - e = 27° \; 51\frac{3}{8}'$
$e - a' = 134° \; 53\frac{3}{4}'$
$P - d = 149° \; 19'$
$d - a = 42° \; 17'$
$P - e = 137° \; \frac{3}{8}'$
$e - a = 64° \; 2\frac{1}{2}'$
$i - b' = 26° \; 11\frac{3}{8}'$
$P - i = 124° \; 32\frac{3}{8}'$
$g - b = 29° \; 53\frac{3}{8}'$
$g - P = 111° \; 32\frac{2}{3}'$
$h - b = 51° \; 28'$
$h - P = 133° \; 7'$
$n - M' = 24° \; 22\frac{1}{8}'$
$n - P = 97° \; 5\frac{1}{2}'$
$m - M' = 46° \; 31\frac{1}{3}'$
$m - P = 119° \; 5\frac{3}{8}'$
$l - M = 23° \; 29\frac{1}{2}'$
$l - P = 109° \; 20\frac{1}{2}'$
$k - M'' = 21° \; 22'$
$k - P = 115° \; 31'$

Nach der Haüy'ſchen Methode würde man dieſe Flächen auf folgende Weiſe bezeichnen müſſen:

$$P\,M\,\overset{2}{O}\,\overset{4}{O}\,\overset{2}{A}\,\overset{4}{A}\,\overset{2}{I}\,\overset{2}{E}\,\overset{4}{E}\,\overset{1}{D}\,\overset{1}{B}\,\overset{2}{B}\,\overset{1}{C}\,{}^{1}H^{1}\,{}^{1}G^{1}$$
$$\quad\;\; c \;\; d \;\; f \;\; e \;\; i \;\; g \;\; h \;\; k \;\; n \;\; m \;\; l \;\; a \;\; b$$

Die Zuſammenſetzung des unterſchweflichtſauren Kalks iſt durch Herschels Abhandlung über die unterſchweflichtſauren Salze (the Edinburgh philoſo-

phical Journal Vol. I. No. 1. June 1819. p. 8) bekannt; er hat dort auch die Neigung von $P$, $f$ und $a$ zu einander angegeben, sich aber nicht weiter mit diesem Systeme beschäftigt; ich werde mich beim salpetersauren Quecksilberoxydul nachher auf diese Winkel beziehen. Die unterschweflichtsauren Salze sind so zusammengesetzt, dafs der Sauerstoff der Basis sich zum Sauerstoff der Säure wie 1 : 2 verhält; es giebt vier verschiedene Methoden sie darzustellen. Die bequemste ist, durch Schwefelnatronium, Schwefelcalcium oder Schwefelstrontium schwefligsaures Gas streichen zu lassen; das unterschweflichtsaure Salz ist in der Auflösung enthalten, Schwefel und Schwefelwasserstoff bilden sich, und zugleich etwas schweflichtsaures Salz. Wenn man dieselben Schwefelmetalle der atmosphärischen Luft aussetzt, z. B. Schwefelnatronium, so bildet sich gleichfalls unterschweflichtsaures Natron, indem die Hälfte des oxydirten Natroniums mit der durch Oxydation des Schwefels gebildeten unterschweflichten Säure aus der Auflösung krystallisirt, die andere Hälfte zuerst in kaustischem Zustande sich befindet, bald aber sich mit der Kohlensäure der Luft zu kohlensaurem Natron verbindet *). Wenn man Zink in schweflichte Säure auflöst, bildet sich gleichfalls unterschweflichtsaures

*) Aus dieser Auflösung krystallisirt ein wasserhaltiges kohlensaures Natron heraus, in welchem der Sauerstoff der Basis sich zum Sauerstoff des Wassers wie 1 : 6 verhält, statt dafs im gewöhnlichen kohlensauren Natron das Verhältnifs wie 1 : 12 ist; diese Verbindung erhält man gleichfalls zuweilen, wenn man durch gegenseitige Zersetzung des Kochsalzes und der Pottasche kohlensaures Natron erzeugen will.

gelegt, wird die Fläche $OLME'$ bei $s$ und $q$ schneiden; die Fläche $AqA'p$ ist die kürzere Diagonale der Fläche $P$ parallel; folglich ist $Ip = pE'$, folglich schneidet die Fläche, die $OL$ und $am$ parallel ist, die Fläche $OLAE'$ in der Hälfte der Höhe, wenn man sie von $EA$ an durchs Prisma legt; wie bei der Fläche $m$, so schneiden, wie dieſs aus dem Parallelismus der Kanten folgt, die Flächen $e$ $h$ $d$ die ihnen, auf ähnliche Weise, wie bei $m$ die Fläche $EAE'O'$, entsprechenden Flächen oder Kanten.

Ich halte es für nothwendig, da diese Klasse von Krystallformen einige besondere Fälle für die Berechnung der Winkel darbietet, diese weitläuftig hier anzuführen, da man aus dieser zugleich noch besser das Verhalten der einzelnen Flächen gegen einander übersieht.

Fig. 6. stellt einen Durchschnitt der primitiven Figur nach $AO$ dar; das Verhältniſs der Kanten, die die Fläche $c$ bildet, zeigt, daſs wenn man sie von $A$ an durch die primitive Figur legt, sie durch die Ecke $A'$ geht. Folglich

$$\cot a + 2 \cot b = \cot c$$

denn $Af$ ist gleich $O'k$ und $Oc$ gleich $O'f$.

$$\cot a = \cot 38^\circ = 1{,}280$$
$$2 \cot b = 2 \cot 72^\circ 58' = 0{,}6127$$
$$\cot 27^\circ 51\tfrac{1}{4}' = \cot c = 1{,}8927$$

also

$$c \text{ zu } a' = 27^\circ 51\tfrac{1}{4}' \;;\; c \text{ zu } P = 134^\circ 53\tfrac{1}{4}'$$

Die Fläche *d* ſchneidet, wie ich angeführt habe, von *A* an durch die primitive Figur gelegt, $OA'$ in der Hälfte der Höhe bei *g* (Fig. 7); folglich

$$\frac{\cot a + \cot b}{2} + \cot b' = \cot k$$

$$\begin{aligned} \cot a &= \cot 38 &&= 1{,}280 \\ + \cot b &= \cot 72^\circ{,}58 &&= 0{,}3064 \end{aligned}$$

$$2)\;\frac{1{,}5864}{0{,}7932}$$

$$+ \cot b' = 0{,}3064$$

$$\cot 42^\circ\, 17' = 1{,}0996 = \cot k$$

alſo

$$d \text{ zu } P = 149^\circ\, 19' \;;\; d \text{ zu } a' = 42^\circ\, 17'$$

Die Fläche *e* ſchneidet von *O* an durch die primitive Form gelegt $OA$, wie ich angeführt habe, in der Hälfte der Höhe, alſo bei *i* (Fig. 7), folglich

$$\frac{\cot b + \cot a}{2} - \cot b = \cot o$$

$$\begin{aligned} \cot b &= 0{,}3064 \\ + \cot a &= 1{,}280 \end{aligned}$$

$$2)\;\frac{1{,}5864}{0{,}7932}$$

$$- \cot b = 0{,}3064$$

$$\cot o = 0{,}4868 = l \cot 64^\circ\, 2\tfrac{1}{2}'$$

alſo

$$e \text{ zu } a' = 64^\circ\, 2\tfrac{1}{2}'$$

$$e \text{ - } P = 137^\circ\, \tfrac{1}{2}'$$

Die Neigung der Flächen *g h i* die der längern

Diagonale der Fläche $P$ parallel sind, werden eben so berechnet, wie die vorhergehenden, die der kürzern Diagonale parallel sind. Fig. 9 stellt einen Durchschnitt der primitiven Figur nach $EI$ vor; die Fläche $e$ trifft, wenn sie von $E$ an durchs Prisma gelegt wird, die Ecke $E'$; $a$ sey gleich $x$ zu $a$ und $b = y : a$ (Fig. 2 u. 5), so ist $\cot a + \cot b$ gleich der Höhe des Prismas, oder $OA$ dividirt durch die längere Diagonale einer Fläche, die, den Flächen $M$ perpendiculär, durchs Prisma gelegt ist und ein Rhombus ist. $m$ sey gleich dem halben spitzen Winkel des Rhombus $= \frac{1}{2}(M \text{ zu } M')$, dann ist $\frac{\cot a + \cot b}{\tang m}$ die Höhe des Prismas, oder $IE$ dividirt durch die kürzere Diagonale ($Ir$ Fig. 9). Da nun $Pq = Er$, so folgt, wenn wir $r$ die Neigung der Kante $y$ zu $b$ und $o$ die Neigung von $w$ zu $b$ (Fig. 5) nennen

$$\frac{\cot a + \cot b}{\tang m} + \cot r = \cot o$$

$$l\,(\cot. a + \cot b) = l \,.\, 1{,}60416 = 0{,}20524$$

$$- \, l \tang 39^\circ\, 5' = 9{,}90966$$

$$l\; 1{,}975 = 0{,}29558$$

$$l \,.\, 0{,}1536 = 9{,}18644 = l \,.\, \cot 81^\circ\, 16'$$

$$l \cot o = l \,.\, 2{,}1286 = 0{,}32809$$

Der Winkel $o$ ist die Neigung der Kante $w$ zu $b$; und aus dieser Neigung die Neigung der Fläche $v$ zu $b$ zu finden, addirt man $l \sin (x \text{ zu } a) = l \sin 72^\circ\, 46'$

$$l \cot o = 0{,}32809$$

$$+ \sin 72^\circ\, 47' = 9{,}98009$$

$$0{,}30818 = l \cot 26^\circ\, 11\tfrac{1}{2}' = l \cot (i \text{ zu } b)$$

Alſo

$i$ zu $b' = 26° 11⅔'$
$i - P = 124° 32⅔'$

Setzen wir $i$ zu $b = w$ und $P$ zu $b = s$ und $g$ zu $b = d$, ſo iſt

$$\cot w - 2 \cot s = \cot d$$
$$\cot w = 2{,}033$$
$$-\,2 \cot 81° 39' = 2 \cot s = 0{,}2936$$
$$\cot d = 1{,}7394 = \cot 29° 53⅔'$$

Alſo

$g$ zu $b = 29° 53⅔'$
$g - P = 111° 32⅔'$

Für $h$ gilt dieſelbe Conſtruction, wie für $d$ und $e$

$$\cot w = 2{,}033$$
$$\cot s = 0{,}1468$$
$$1{,}8862$$
$$2)\ \overline{\phantom{0}}$$
$$0{,}9431$$
$$-\cot s = 0{,}1468$$
$$\cot (h \text{ zu } b) = 0{,}7963 = \cot 51° 28'$$

Alſo

$h$ zu $b = 51° 28'$
$h - P = 133° 7'$

In Fig. 10 ſtellt $wxyz$ einen Durchſchnitt vor, perpendiculär durch die Kanten $OIE'A'$, die Fläche $n$, wenn man ſie von $OI$ durch das Prisma legt, trifft, wie ich ſchon angeführt habe, die Kante $O'I'$ und geht von $x$ nach $z$. Die Cot. des Winkels $zxw$ iſt zu beſtimmen; er iſt die Neigung der Fläche $n$ zu $M'$.

cot $a$ + cot $b$ iſt gleich $OA'$, dividirt durch die längere Diagonale, einen Rhombus, der perpendicu-

lär den Seitenflächen durchs Prisma liegt; mit $a$ und $b$ werden dieselben Winkel wie gleich vorher bezeichnet (p. 430); $zv$ ist gleich einer Linie, die auf zwei gegenüberstehende Seiten des Rhombus perpendiculär steht, nun ist

$$\frac{\cot a + \cot b}{\sin \frac{1}{2}(M:M')} = \frac{OA}{zv}$$

und $$\frac{\cot a + \cot b}{\sin \frac{1}{2}(M:M')} \cos(o - 90) = \frac{zw}{zv}$$

$o$ ist der ebne Winkel, den die Kanten $OI$ und $OA'$ bilden.

$$\frac{zw}{zv} - \cot(P:M''') = \frac{xv}{zv} = \cot xzv$$

$$l(\cot a + \cot b) = l\ 1{,}60416 = 0{,}20524$$
$$- l \sin \tfrac{1}{2}(M:M) = \sin 39^\circ 5' = 9{,}79965$$
$$0{,}40559$$
$$+ l \cos(o - 90) = l \cos 8^\circ 10' = 9{,}99557$$
$$l\ 2{,}5185 = 0{,}40116$$
$$2{,}5185$$
$$- \cot(P:M''') = - \cot 72^\circ 43' = 0{,}31115$$
$$\cot(n \text{ zu } M) = 2{,}20735 = 24^\circ 22\tfrac{1}{2}'$$

Also

$$n \text{ zu } M' = 24^\circ 22\tfrac{1}{2}'$$
$$n \text{ zu } P = 97^\circ 5\tfrac{1}{2}'$$

Für $m$ gilt dieselbe Construction, wie für $e$ Fig. 7.

$$\cot(n \text{ zu } M''') = 2{,}20735$$
$$+ \cot(P \text{ zu } M) = 0{,}31115$$
$$2{,}51850$$
$$2)\ \overline{\phantom{0}}$$
$$1{,}25925$$
$$- \cot(P \text{ zu } M) = 0{,}31115$$
$$\cot(m \text{ zu } M^4) = 0{,}94710 = \cot 46^\circ 31\tfrac{1}{2}'$$

Alſo

$m$ zu $M' = 46° 31\frac{1}{3}'$
$m$ - $P = 119° 5\frac{1}{3}'$

Die Berechnung für $n$ und $l$ iſt von der oben angeführten nur darin verſchieden, daſs die Neigung von $P$ zu $M$ 94° 9′ und der ebne Winkel $s$ der Fläche $M$ 108° 38½′ beträgt.

$$\frac{l\,(\cot a + \cot b)}{\sin\frac{1}{2}(M:M')} = 0{,}40559$$
$$l \cos 18° 38\tfrac{1}{2}' = 9{,}97664$$
$$0{,}38223 = l\, 2{,}411$$

$$l \cot 85° 51' = 8{,}86069 = l\, 0{,}07256$$

$$l \cot 2{,}411 - 0{,}07256 = l\, 2{,}3384 = 0{,}36884 = l \cot 23° 29\tfrac{1}{2}'$$

Alſo

$l$ zu $M' = 23° 29\frac{1}{2}'$
$l$ - $P = 109° 20\frac{1}{2}'$

und auf ähnliche Weiſe berechnet iſt

$n$ zu $M' = 21° 22'$
$n$ - $P = 115° 31'$

Die wichtigeren Winkel ſind folgende:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $M$ zu $M'$ | = | 78° 10′ |
| $P$ - $a$ | = | 107° 2′ |
| $P$ - $b$ | = | 98° 21′ |
| $x$ - $a$ | = | 107° 13′ |
| $y$ - $b$ | = | 98° 44′ |
| der ebne Winkel $r$ | = | 37° 8½′ |
| $s$ | = | 59° 6′ |
| $s$ | = | 108° 38½′ |
| $o$ | = | 198° 10′ |

$P - M = 94° \; 9'$
$P - M' = 107° \; 17'$
$P - f = 110° \; 58'$
$f - e = 68°$
$P - c = 27° \; 51\frac{3}{4}'$
$c - a' = 134° \; 53\frac{3}{4}'$
$P - d = 149° \; 19'$
$d - a = 42° \; 17'$
$P - e = 137° \; \frac{3}{4}'$
$e - a = 64° \; 2\frac{3}{4}'$
$i - b' = 26° \; 11\frac{3}{4}'$
$P - i = 124° \; 32\frac{3}{4}'$
$g - b = 29° \; 53\frac{3}{4}'$
$g - P = 111° \; 32\frac{2}{3}'$
$h - b = 51° \; 28'$
$h - P = 133° \; 7'$
$n - M' = 24° \; 22\frac{1}{2}'$
$n - P = 97° \; 5\frac{1}{2}'$
$m - M' = 46° \; 31\frac{1}{3}'$
$m - P = 119° \; 5\frac{1}{3}'$
$l - M = 23° \; 29\frac{1}{2}'$
$l - P = 109° \; 20\frac{1}{2}'$
$k - M'' = 21° \; 22'$
$k - P = 115° \; 31'$

Nach der Haüy'schen Methode würde man diese Flächen auf folgende Weise bezeichnen müssen:

$$P \; M \; \overset{2}{O} \; \overset{4}{O} \; \overset{2}{A} \; \overset{4}{A} \; \overset{2}{I} \; \overset{2}{E} \; \overset{4}{E} \; \overset{1}{D} \; \overset{1}{B} \; \overset{2}{B} \; \overset{1}{C} \; {}^{1}H^{1} \; {}^{1}G^{1}$$
$$c \;\; d \;\; f \;\; e \;\; i \;\; g \;\; h \;\; k \;\; n \;\; m \;\; l \;\; a \;\; b$$

Die Zusammensetzung des unterschweflichtsauren Kalks ist durch Herschels Abhandlung über die unterschweflichtsauren Salze (the Edinburgh philoso-

phical Journal Vol. I. No. 1. June 1819. p. 8) bekannt; er hat dort auch die Neigung von $P$, $f$ und $a$ zu einander angegeben, sich aber nicht weiter mit diesem Systeme beschäftigt; ich werde mich beim salpetersauren Quecksilberoxydul nachher auf diese Winkel beziehen. Die unterschweflichtsauren Salze sind so zusammengesetzt, daſs der Sauerstoff der Basis sich zum Sauerstoff der Säure wie 1 : 2 verhält; es giebt vier verschiedene Methoden sie darzustellen. Die bequemste ist, durch Schwefelnatronium, Schwefelcalcium oder Schwefelstrontium schwefligsaures Gas streichen zu lassen; das unterschweflichtsaure Salz ist in der Auflösung enthalten, Schwefel und Schwefelwasserstoff bilden sich, und zugleich etwas schweflichtsaures Salz. Wenn man dieselben Schwefelmetalle der atmosphärischen Luft aussetzt, z. B. Schwefelnatronium, so bildet sich gleichfalls unterschweflichtsaures Natron, indem die Hälfte des oxydirten Natroniums mit der durch Oxydation des Schwefels gebildeten unterschweflichten Säure aus der Auflösung krystallisirt, die andere Hälfte zuerst in kaustischem Zustande sich befindet, bald aber sich mit der Kohlensäure der Luft zu kohlensaurem Natron verbindet *). Wenn man Zink in schweflichte Säure auflöst, bildet sich gleichfalls unterschweflichtsaures

*) Aus dieser Auflösung krystallisirt ein wasserhaltiges kohlensaures Natron heraus, in welchem der Sauerstoff der Basis sich zum Sauerstoff des Wassers wie 1 : 6 verhält, statt daſs im gewöhnlichen kohlensauren Natron das Verhältniſs wie 1 : 12 ist; diese Verbindung erhält man gleichfalls zuweilen, wenn man durch gegenseitige Zersetzung des Kochsalzes und der Pottasche kohlensaures Natron erzeugen will.

Zinkoxyd, indem sich keine Gasart entwickelt, und das Zink sich, indem es der schweflichten Säure Sauerstoff entzieht, oxydirt; die Hälfte des gebildeten Zinkoxyds, verbindet sich mit der gebildeten unterschweflichten Säure zu einem neutralen Salze, die andere Hälfte, ist mit schweflichter Säure verbunden in der Flüssigkeit, aus der es herauskrystallisirt; das unterschweflichtsaure Salz habe ich nicht aus dieser Auflösung krystallisirt erhalten können. Ferner erhält man diese Salze durch Digeriren der krystallisirten schwefligsauren Salze mit Schwefel, die basisch reagiren und in denen der Sauerstoff der Basis sich zum Sauerstoff der Säure wie 1 : 2 verhält.

# III.

## Ueber die durch den Barometerstand zu bemerkenden und täglich in regelmäſsigen Perioden geschehenden Veränderungen der Erdatmosphäre;

von

G. G. Hällström.

(Beschluſs.)

---

XI. Die Barometerbeobachtungen in Åbo unter 60° 27′ nördl. Breite und 19° 57′ östl. Länge von Paris, geben folgende Gleichung.

$$B^{(t)} = 759^{mm},2641 + 0,13103 \sin(t.15^\circ + 339^\circ 35') + 0,12070 \sin(t.30^\circ + 124^\circ 11')$$

und:

| Zeit | Barometerstand beobachtet Millimeter | Barometerstand berechnet Millimeter | Unterschied mm | Zeit | Barometerstand beobachtet Millimeter | Barometerstand berechnet Millimeter | Unterschied mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mittag | 759,310 | 759,318 | +0,008 | XII | 759,411: | 759,410 | −0,001 |
| I | 285 | 304 | +0,019 | XIII | 330: | 329 | −0,001 |
| II | 269 | 277 | −0,008 | XIV | 240: | 234 | −0,006 |
| III | 250 | 251 | +0,001 | XV | 140: | 142 | +0,002 |
| IV | 250 | 239 | −0,011 | XVI | 069: | 072 | +0,003 |
| V | 263 | 251 | −0,012 | XVII | 034: | 037 | +0,003 |
| VI | 292 | 287 | −0,005 | XVIII | 039: | 041 | +0,002 |
| VII | 341 | 342 | +0,001 | XIX | 076 | 081 | +0,005 |
| VIII | 391 | 402 | +0,011 | XX | 147 | 144 | −0,003 |
| IX | 440 | 451 | +0,011 | XXI | 209 | 213 | +0,004 |
| X | 472 | 474 | +0,002 | XXII | 285 | 272 | −0,013 |
| XI | 471 | 460 | −0,011 | XXIII | 325 | 309 | −0,016 |

Der wahrscheinlichste Fehler, der von dem Gebrauche dieser Gleichung zu befürchten steht, ist $= 0^{mm},0056$. Die mit (:) bezeichneten Werthe für die Nachtstunden, an welchen ich keine Beobachtungen angestellt

habe, sind zuerst durch eine ungefähre Interpolation bestimmt, alsdann zur Aufsuchung der Coëfficienten der Formel gebraucht, darauf mit dem Unterschiede corrigirt, welchen die Formel gab zwischen ihnen und den berechneten Werthen, und nun sind die Coëfficienten aufs Neue bestimmt worden. Die Werthe, die hiedurch für die Nachtstunden XII — XVIII entstehen, kommen denen durch die Formel gegebenen so nahe, dass die Abweichung bei ihnen kleiner ist, als bei den meisten der beobachteten Werthe, und daraus folgt, dass die letzteren die Richtigkeit der ersten bestätigen. — Wie für die früherhin angeführten Orte, zeigt Fig. 11. Taf. II eine graphische Darstellung des Resultates dieser Gleichung. Die Zeiten für den höchsten und niedrigsten Stand des Barometers werden durch die Gleichung bestimmt:

$$0 = 0{,}13103 \cos(t \cdot 15^\circ + 339^\circ\, 35') + 0{,}24140 \cos(t \cdot 30^\circ + 124^\circ\, 11')$$

welche giebt:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Minim. bei | $t = 17{,}381$ | $= 5^h\, 22',9$ | Vormitt. u. $B^{(t)}$ | = | 759,034 Mm. |
| Maxim. - | $t = 23{,}866$ | $= 11.51{,}9$ | - - | = | 319 - |
| Minim. - | $t = 4{,}046$ | $= 4.\ 2{,}8$ | Nachmitt. | = | 239 - |
| Maxim. - | $t = 10{,}151$ | $= 10.\ 9{,}0$ | - - | = | 471 - |

XII. Endlich habe ich noch die Barometerstände berechnet, welche bei der Nordpol-Expedition von Parry auf Melville's Insel unter 74° 45′ nördl. Breite und 113° westl. Länge von Paris beobachtet worden sind. Sie geben

$$B^{(t)} = 758^{mm},3948 + 0{,}07255 \sin(t \cdot 15^\circ + 281^\circ\, 40') + 0{,}05416 \sin(t \cdot 30^\circ + 210^\circ)$$

mittelst welcher Gleichung die folgenden Resultate erhalten sind:

| Zeit | Barometerstand beobachtet | Barometerstand berechnet | Unterschied | Zeit | Barometerstand beobachtet | Barometerstand berechnet | Unterschied |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Millimeter | | mm | | Millimeter | | mm |
| Mittag | 758,285 | 758,287 | +0,002 | XII | 758,450 | 758,439 | −0,011 |
| I | | 283 | | XIII | | 413 | |
| II | | 287 | | XIV | | 395 | |
| III | | 308 | | XV | | 388 | |
| IV | 361 | 345 | −0,016 | XVI | 574 | 391 | +0,017 |
| V | | 391 | | XVII | | 399 | |
| VI | | 437 | | XVIII | | 407 | |
| VII | | 474 | | XIX | | 409 | |
| VIII | 481 | 497 | +0,016 | XX | 417 | 401 | −0,016 |
| IX | | 502 | | XXI | | 381 | |
| X | | 491 | | XXII | | 353 | |
| XI | | 467 | | XXIII | | 322 | |

Diese Resultate sind in Fig. 12. Taf. II graphisch dargestellt. — Die Zeit des höchsten und niedrigsten Barometerstandes bestimmt diese Gleichung:

$$0 = 0{,}07255 \cos(t.15^\circ + 281^\circ 40') + 0{,}10832 \cos(t.30^\circ + 210^\circ),$$

welche giebt:

Minim. bei $t = 15{,}171 = 3^h.10',3$ Vormitt. u. $B(t) = 758{,}388$ Mm.
Maxim. - $t = 18{,}718 = 6.43{,}1$ - - = 410 -
Minim. - $t = 1{,}317 = 1.19{,}0$ Nachmitt. = 282 -
Maxim. - $t = 8{,}789 = 8.47{,}3$ - - = 503 -

Es zeigt sich also, dass der Luftdruck noch unter 74° Breite einer täglichen periodischen Veränderung mit zwei Maximis und zwei Minimis unterworfen ist, und dass diese hier bedeutend früher eintreffen, als an südlicheren Orten. Jedoch würde der Gang der Temperatur, wenn er bekannt wäre, eine bedeutende Aenderung in diesem Resultate zu Wege bringen.

Wenn man die Reſultate der biſherigen Berechnungen zuſammenſtellt, ſo entſteht folgende Tafel:

| Breite des Beobachtungsortes | | Zeit des Barometerſtandes | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Minimum | Maximum | Minimum | Maximum |
| | | Vormittags | | Nachmittags | |
| | | $t'$ | $t''$ | $t'''$ | $t''''$ |
| 0° | 0' | 3,714 | 9,746 | 3,783 | 9,752 |
| 0 | 0 | 3,476 | 9,694 | 4,586 | 10,588 |
| 0 | 0 | 3,570 | 9,449 | 3,793 | 9,942 |
| 17 | 29 | 2,961 | 9,222 | 3,723 | 9,548 |
| 18 | 0 | 3,947 | 9,636 | 4,125 | 10,475 |
| 22 | 35 | 3,424 | 9,839 | 4,669 | 10,452 |
| 45 | 25 | 4,152 | 10,102 | 4,720 | 10,887 |
| 48 | 8 | 4,805 | 10,459 | 4,043 | 10,400 |
| 48 | 50 | 3,649 | 9,735 | 4,880 | 10,168 |
| 51 | 29 | 4,774 | 10,267 | 4,179 | 10,633 |
| 60 | 27 | 5,381 | 11,866 | 4,046 | 10,151 |
| 74 | 45 | 3,171 | 6,718 | 1,317 | 8,789 |

Schon bei flüchtiger Betrachtung dieſer Zuſammenſtellung muſs man bezweifeln, ob die Zeit für die täglichen Minima und Maxima des Barometerſtandes eine beſtimmte Function iſt von der geographiſchen Breite des Beobachtungsorts. Um hierüber Gewiſsheit zu erhalten, habe ich dieſe Angaben nach der Methode der kleinſten Quadrate berechnet und dabei die Function $t = a + b \sin L + c \sin^2 L$ gebraucht, worin $L$ die Breite des Ortes und $a, b, c$ conſtante Coëfficienten ſind. Dadurch habe ich gefunden:

$$t' = 3{,}055 + 2{,}874 \sin L - 1{,}742 \sin^2 L$$
$$t'' = 8{,}879 + 5{,}713 \sin L - 3{,}771 \sin^2 L$$
$$t''' = 3{,}366 + 6{,}475 \sin L - 7{,}537 \sin^2 L$$
$$t'''' = 9{,}600 + 4{,}318 \sin L - 4{,}519 \sin^2 L$$

Bei Anwendung dieſer Gleichungen habe ich folgende Werthe erhalten:

| L | t' | t'' | t''' | t'''' |
|---|---|---|---|---|
| 0° 0' | 3,055 | 8,879 | 3,366 | 9,600 |
| 17 29 | 3,761 | 10,074 | 4,630 | 10,490 |
| 18 0 | 3,785 | 10,119 | 4,681 | 10,523 |
| 22 35 | 3,903 | 10,224 | 4,744 | 10,594 |
| 45 25 | 4,218 | 10,021 | 4,155 | 10,383 |
| 48 8 | 4,229 | 9,932 | 4,007 | 10,309 |
| 48 50 | 4,231 | 9,919 | 3,968 | 10,289 |
| 51 29 | 4,236 | 9,815 | 3,817 | 10,211 |
| 60 27 | 4,237 | 9,481 | 3,294 | 9,936 |
| 74 45 | 4,206 | 9,019 | 2,598 | 9,560 |

Wenn man in jeder dieser Reihen den Unterschied zwischen dem gröfsten und kleinsten Werthe von $t$ aufsucht und die Hälfte dieses Unterschiedes als die gröfste Veränderung von dem Mittelwerthe ansieht, kleiner als welche alle übrigen Veränderungen sind; und wenn man zugleich auf gewöhnliche Weise den wahrscheinlichen Fehler bestimmt, welcher beim Gebrauche der zuletzt angeführten Gleichung begangen worden ist, so findet man folgenden Vergleich:

| | t' | t'' | t''' | t'''' |
|---|---|---|---|---|
| Gröfste Veränderung des Werthes | 0,591 | 0,672 | 1,073 | 0,517 |
| Wahrscheinlicher Fehler - - | 0,478 | 0,817 | 0,474 | 0,338 |

Man sieht hieraus leicht, mit wie geringer Wahrscheinlichkeit sich durch die bisher bekannten Barometerbeobachtungen entscheiden läfst, ob die Zeiten für die Minima und Maxima des Barometerstandes mit der Breite veränderlich sind, und wie um so gröfser die Ungleichheit seyn mufs, je gröfser der wahrscheinliche Fehler ist im Verhältnifs zu den möglichen Veränderungen.

Zur leichteren Uebersicht, ob sich das kleinere Minimum und gröfsere Maximum des Barometerstandes vor oder nach Mittage und mehr oder weniger re-

gelmäſsig einstellt, und wie groſs der Unterſchied iſt zwiſchen dem niedrigſten und höchſten Stande an den verſchiedenen Orten, mag die folgende Zuſammenſtellung dienen. Es bezeichnet darin *V* Vormittags und *N* Nachmittags.

| Breite des Ortes | Eintritt des kleineren Minimums | Eintritt des gröſseren Maximums | Unterſchied zwiſchen dem kleineren Min. u. gröſser. Max. | Unterſchied zwiſchen dem gröſseren Min. u. kleiner. Max. |
|---|---|---|---|---|
| | | | Millimeter | |
| 0° 0′ | N | V | 2,853 | 2,744 |
| 0 0 | N | V | 2,073 | 0,719 |
| 0 0 | N | V | 1,973 | 1,363 |
| 17 29 | N | V | 2,079 | 1,280 |
| 18 0 | N | V | 1,568 | 0,928 |
| 22 35 | N | V | 2,315 | 0,859 |
| 45 24 | N | V | 0,730 | 0,357 |
| 48 8 | V | N | 0,726 | 0,465 |
| 48 50 | N | V | 0,837 | 0,379 |
| 51 29 | N | N | 0,955 | 0,572 |
| 60 27 | V | N | 0,440 | 0,080 |
| 74 45 | N | N | 0,221 | 0,022 |

Was zunächſt die Zeit des niedrigſten und höchſten Standes betrifft, ſo ſcheint ſie vom Aequator bis zu der Breite von 45° eine gemeinſchaftliche Regel zu befolgen; von da finden aber einige Abwechslungen Statt. Dieſs läſst vermuthen, daſs die Jahreszeiten, in denen das Barometer beobachtet wird, beſonders an den nördlicheren Orten, in dieſer Hinſicht nicht ohne Einfluſs ſind. Wenigſtens zeigen die Beobachtungen in Åbo, wenn man ſie für jeden Monat beſonders ſummirt, daſs das gröſsere Maximum öfter in den wärmeren Jahreszeiten als im Winter auf den Vormittag fällt; nach der bisherigen Erfahrung iſt nämlich das vormittägige Maximum in folgendem Verhältniſſe das gröſsere geweſen:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| im Januar | 1 mal | unter | 4 | im Julius | 2 mal | unter | 5 |
| - Februar | 1 | - - | 4 | - August | 1 | - - | 5 |
| - März | 1 | - - | 4 | - September | 2 | - - | 5 |
| - April | 0 | - - | 4 | - October | 2 | - - | 5 |
| - Mai | 4 | - - | 5 | - November | 1 | - - | 5 |
| - Junius | 3 | - - | 5 | - December | 0 | - - | 5 |

Daſs auch an Orten unter geringeren Breiten ein ähnliches Verhältniſs Statt findet, wird dadurch beſtätigt, daſs in den Beobachtungen von Lamanon, Horner, Simonoff und Balfour, welche ſämmtlich in der warmen Jahreszeit oder an Orten von beſtändig warmer Luft, angeſtellt ſind, das vormittägige Maximum offenbar das überwiegende iſt, und daſs auch von Yelin's Beobachtungen, die nur während der Wintermonate aufgezeichnet ſind, das nachmittägige Maximum als das gröſsere zeigen. Eine allgemeine Regel hierüber aufzuſuchen, wäre wohl noch zu früh. Durch eine vermehrte Aufmerkſamkeit auf die Jahreszeiten, in denen die Barometerbeobachtungen aufgezeichnet werden, oder vielleicht im Allgemeinen auf die gröſsere oder geringere Temperatur der Orte, wird man in Zukunft wohl einen genügenden Aufſchluſs hierüber erhalten. Aber hiezu reichen die Beobachtungen von einem Orte nicht hin; eine Erſcheinung, die ſich möglicherweiſe an den verſchiedenen Punkten der Erde ungleich äuſsert, muſs aus dieſem Grunde an mehr als einer Stelle unterſucht werden.

Daſs die Gröſse der Luftoscillationen oder der Unterſchied zwiſchen dem höchſten und niedrigſten Stande des Barometers von dem Aequator nach den Polargegenden abnimmt, iſt, wie es die Erfahrung zeigt, nicht

zu bezweifeln. Wenn dieſer Unterſchied zwiſchen dem gröſseren Maximum und kleineren Minimum mit $s$ bezeichnet wird, und die Breite des Ortes mit $L$, ſo kann $s$ als nachſtehende Function von $L$ betrachtet werden:

$$s = a' + b' \sin L + c' \sin^2 L$$

welche, nach der Methode der kleinſten Quadrate berechnet, folgende Werthe giebt:

$$a' = 2{,}3407;\quad b' = -0{,}7723;\quad c' = -1{,}5836$$

und $s = 2{,}341 - 0{,}7723 \sin L - 1{,}5836 \sin^2 L$ in Millimet.

Hiemit findet man:

| $L$ | Werth von $s$ beobachtet | Werth von $s$ berechnet nach d. Formel | Unterſchied |
|---|---|---|---|
| | Millimeter | | Mm |
| 0°,0 | 2,300 | 2,341 *) | + 0,041 |
| 17,29 | 2,079 | 1,967 | − 0,112 |
| 18,0 | 1,568 | 1,958 | + 0,390 |
| 22,35 | 2,315 | 1,812 | − 0,503 |
| 45,24 | 0,730 | 0,988 | + 0,258 |
| 48,8 | 0,726 | 0,887 | + 0,161 |
| 48,50 | 0,837 | 0,862 | + 0,025 |
| 51,29 | 0,955 | 0,768 | − 0,187 |
| 60,27 | 0,440 | 0,470 | + 0,030 |
| 74,45 | 0,221 | 0,122 | − 0,099 |

Der wahrſcheinliche Fehler in dieſer Beſtimmung, der = 0mm,167 beträgt, wird bedeutend von dem Unterſchiede bei Calcutta, unter $L = 22° 55'$, übertroffen und dieſe Beobachtungen ſind alſo beſtimmt als fehlerhaft zu betrachten. Allem Anſcheine nach iſt dieſe Fehlerhaftigkeit dadurch veranlaſst, daſs die Temperatur des Barometers nicht angegeben wurde, welche Vormittags um 9h 50′ zur Zeit des gröſseren Maxi-

*) Es iſt bekannt, daſs Laplace dieſe Gröſse nur zu 0mm,6305 berechnet. (Mechanik des Himmels, Berlin 1800. 1. Thl. S. 336.)

mums gröfser war, als Nachmittags um $4^h$ $40'$ zur Zeit des kleineren Minimums, woraus denn nothwendig ein gröfserer Unterfchied $s$, als es fich gehörte, entftehen mufste. Für $L = 90^c$ findet man mit Hülfe der vorftehenden Formel $s = -0^{mm},015$. Diefer Werth würde zeigen, dafs in den Luftoscillationen in der Nähe des Poles ein entgegengefetztes Verhalten, wie in den übrigen Theilen der Erde Statt fände, und würde die vorhin erwähnte Hypothefe von Daniell beftätigen, wenn nicht dagegen und mit Recht eingewandt werden könnte, dafs die Gröfse: 0,015 noch nicht ein Zehntel von der: 0,167 ift, um welche das Refultat der Formel fehlerhaft feyn kann. Deshalb läfst fich diefe Hypothefe auch nicht als erwiefen annehmen.

Des Vergleiches halber mögen hier die Werthe von $s$, welche Daniell in *The Quarterly Journal of Science, Literature and Arts.* Vol. XVII. p. 189 gefammelt hat, von welchen ich aber nicht weifs worauf fie beruhen, eine Erwähnung finden. Er giebt folgende Beftimmungen, die hier in franzöfifches Mafs verwandelt worden find.

| | $L$ | $s$ Millim. | | $L$ | $s$ Millim. |
|---|---|---|---|---|---|
| St. Thomas | 0° 24' | 1,880 | Clermont-Ferrand | 45° 47' | 0,991 |
| Sierra Leona | 8 29 | 1,854 | Paris | 48 50 | 0,711 |
| Trinidad | 10 39 | 1,600 | London | 51 31 | 0,381 |
| Jamaica | 17 56 | 1,473 | | | |

Von diefen Angaben ftimmen nur die für Clermont-Ferrand und Paris einigermafsen mit denen der Formel überein, die andern fehr ungenügend. Deffenungeachtet, da man bis jetzt nicht weifs, bei welchem Orte man der Wahrheit vorzugsweife nahe ift, haben auch diefe Werthe fämmtlich zur Beftimmung der Function in Rechnung genommen werden müffen,

wo nicht etwa in anderer Hinſicht ein Zweifel entſtanden iſt. Die umſtändliche Behandlung, der die Beobachtungsgröſsen dieſer Art hier unterworfen wurden, ſchien mir zur Erlangung eines zuverläſſigen Reſultats um ſo nöthiger zu ſeyn, als die Angaben, wenn die Kenntniſs über ihre Entſtehung in dem Grade mangelhaft, daſs dieſe Behandlung mit ihnen nicht vorgenommen werden kann, noch weniger als entſcheidend bei einem Gegenſtande, wie dieſem, betrachtet werden können.

Auſser dem, was bisher über dieſen Gegenſtand angeführt iſt, erfordert derſelbe noch eine beſondere Unterſuchung von einer noch nicht berückſichtigten Seite. Man ſchreibt das hier betrachtete Phänomen der Anziehung des Mondes und beſonders der gemeinſchaftlichen Anziehung dieſes und der Sonne auf die Luftmaſſe, zu. Neben der Unterſuchung über dieſes Oscillationsphänomen im Allgemeinen iſt es alſo natürlich, daſs man näher unterſuchen muſs, wie groſs davon der Antheil eines jeden dieſer Himmelskörper iſt; beſonders muſs es in dieſer Hinſicht bei den Syzigien und Quadraturen der Sonne und des Mondes betrachtet werden. Laplace hat nach achtjährigen Beobachtungen in Paris eine ſolche Unterſuchung (Connaissance des tems pour l'an 1826. p. 308 etc.) vorgenommen und berechnet, daſs das, was der Mond beiträgt, um an dem genannten Orte die Luftatmoſphäre (d. i. den Barometerſtand (*P.*)) zu erhöhen, $0^{mm},054$ ausmacht, wenn die ganze Luftoscillation $0^{mm},8$ iſt. Es verdient näher erforſcht zu werden, wie groſs dieſer Antheil des Mondes unter andern Breiten iſt. Wenn man, wie Laplace, nur die Beobachtungen von vier Tagen bei jeder Syzigie und Quadratur berechnet, ſo kann man zur Grundlage einer ſolchen Unterſuchung im Laufe eines Jahres die Beobachtungen von 100 Tagen für die erſteren und eben ſo viele für die letzteren ſammeln; die übrigen Tage gehen verloren. Das Phänomen iſt aber von der Art, daſs eine groſse Menge von Beobachtungen erfordert werden, um ein ſicheres Reſultat zu erhalten, und deshalb iſt es nöthig, daſs die Beobachtungen von mehreren Jahren zu dieſer Unterſuchung geſammelt werden. Ich glaube daher auch die Beobachtungen, welche ich für meinen Wohnort ſchon beſitze, noch weiter vermehren zu müſſen, ehe ich in letzterer Beziehung Gebrauch von ihnen mache.

---

# IV.

## *Ueber Töne blofs durch schnell auf einander folgende Stöfse, ohne einen klingenden Körper;*

von

E. F. F. Chladni.

Der Deutlichkeit wegen halte ich für nöthig, hier die genauere Erklärung einiger Grundbegriffe vorauszuschicken. Wenn ein *Schall*, d. i. eine hörbare schwingende Bewegung, in Hinsicht auf Raum und Zeit bestimmbar ist (d. i. wenn man wissen kann, wie die Schwingungen geschehen, und wenn man einen deutlichen Ton dabei hören kann), so ist sie ein *Klang*; wenn sie aber unbestimmbar ist, so ist sie ein *Geräusch*. *Ton* ist ein blos in Hinsicht auf Höhe und Tiefe (d. i. auf die Zahl der Schwingungen, welche in einer gewissen Zeit geschehen, nicht aber in andern physischen und mechanischen Hinsichten) betrachteter Klang. Wenn man diese das Objective der Sache ausdrückende Definition nicht hinreichend findet, so läfst sich auch noch allgemeiner, und auch noch mehr in subjectiver Hinsicht sagen: *Ton* ist die Zahl der schnell auf einander folgenden Stöfse, welche auf irgend eine Art vermittelst der in dem umgebenden Medium verbreiteten Schallwellen dem Gehöre mitgetheilt werden.

Ferner halte ich für nothwendig, hier zuvörderst Einiges im Allgemeinen über die verschiedenen Arten der Schwingungen oder wellenförmigen Bewegungen zu sagen, welches von meinen sehr geehrten Freunden,

E. H. Weber, Professor in Leipzig, und dessen Bruder, Doctor Wilhelm Weber in Halle, in ihrer *Wellenlehre* *) (Leipzig, bei Gerhard Fleischer 1825. 8. mit 18 Kupfertafeln) zuerst genauer auseinander gesetzt ist. Alle wellenförmigen Bewegungen sind entweder *fortschreitend*, wenn sie von der Stelle der Erregung immer weiter fortrücken, und die Form der Welle immer von andern Theilen des Körpers gebildet wird, oder *stehend*, wenn immer dieselben Theile des Körpers sich hin und her bewegen. Die ersten finden bei der Verbreitung des Schalles Statt, die letzten aber an klingenden Körpern, wo sie aber auch fast immer aus anfänglichen fortschreitenden und sich nach der Zurückwerfung regelmäfsig durchkreuzenden Wellen entstehen. Ferner bestehen alle wellenförmigen Bewegungen entweder in *Verdichtungen und Verdünnungen*, oder in *Beugungen*. Die erstern habe ich *longitudinale*, die andern *transversale* Schwingungen genannt; die Herren Weber nennen die erstern *primäre* Wellen, weil sie eine unmittelbare Wirkung des Stofses, und mit ihm identisch sind, und die letztern *secundäre* Wellen, weil sie zwar auch durch Stöfse erregt werden, aber der weitere Fortgang durch andere Kräfte bewirkt wird. Sie sind wesentlich von einander verschieden, und, wiewohl behauptet worden ist, dafs sie in einander übergingen,

*) Das Buch ist einem jeden, der die Lehre von den wellenförmigen Bewegungen tropfbarer Flüssigkeiten, oder auch von den Schallwellen vortragen, oder sich genauer davon unterrichten will, unentbehrlich, da es soviel Neues, nicht auf Speculationen, sondern auf genauen Versuchen und Beobachtungen [illegible] enthält.

so findet doch an selbstklingenden Körpern schlechterdings kein Uebergang Statt, wohl aber läſst sich an manchen mitklingenden (resonnirenden) Körpern eine Art von Uebergang erzwingen. Die erstern rücken auch weit schneller fort, als die andern. Diese Verschiedenheiten der Schwingungen oder wellenförmigen Bewegungen sind bei jedem Vortrage akustischer Gegenstände vorauszusetzen.

Nun zur Sache. Man nimmt gewöhnlich an, daſs, um einen bestimmbaren Ton zu hören, allemal ein klingender Körper erforderlich sey, dessen Schwingungen hernach durch die umher befindliche Luft oder durch irgend ein andres Medium weiter verbreitet werden. Dieses ist auch am gewöhnlichsten der Fall; indessen kann doch auch ein Tönen Statt finden, ohne von den (stehenden) Schwingungen eines klingenden Körpers herzurühren, wenn nämlich auf andere Art schnell auf einander in gleichen Zeiträumen folgende Stöſse dem umher befindlichen Medium unmittelbar mitgetheilt und dadurch in diesem (fortschreitende) Schallwellen erregt werden.

Dieses scheint einigermaſsen der Fall zu seyn bei den Tönen, welche durch Anblasen des Mundstücks einer Zungenpfeife *) oder eines damit übereinkom-

*) Die Schwingungen der Luft in Labialpfeifen, oder Flötenwerken der Orgel sind von Dan. Bernoulli, Lambert, Euler etc. und in neuerer Zeit von Savart in den *Annales de Chimie*, t. 24 und 29 gut untersucht worden, und E. H. und W. Weber haben in der *Wellenlehre* § 275 — 280. und in der *Leipziger Allg. Musikalischen Zeitung* 1826. No. 14. deren Bildung aus anfänglichen fortschreitenden Wellen gezeigt, aber der Vorgang bei dem Klange der Zungenpfeifen oder Rohrwerke

menden Blasinstrumente ohne eine angesetzte Röhre hervorgebracht werden. Hier ist nicht sowohl die Zunge als klingender Körper (als ein an dem einen Ende fester und an dem andern freier klingender Streif) anzusehen, sondern die Höhe und Tiefe des Tones hängt ab von den Zeitabständen der abwechselnden Oeffnungen oder Verschliessungen der Spalte, und also von den abwechselnden Stössen und Unterbrechungen des Luftstromes. Noch deutlicher zeigt sich dieses an einer von Cagniard-Latour erfundenen Vorrichtung, die er *Sirène* nennt, welche, so viel ich mich erinnere, in den *Annales de Chimie* beschrieben ist, und auch von Biot im zweiten Theile seiner *Traité de Physique* erwähnt wird. Sie besteht aus einer sich schnell umdrehenden Scheibe mit schief hindurchgehenden Oeffnungen, durch welche ein Luftstrom geblasen wird, der auch die Scheibe in Bewegung setzt, wodurch ein Ton entsteht, dessen Höhe oder Tiefe von der Zahl der hindurchgehenden Luftstösse und den Unterbrechungen derselben abhängt. Auch durch einen Strom von Wasser hat man, nach Biot, denselben Ton erhalten, wenn die Zahl der Unterbrechungen dieselbe war. Hier zeigt sich also ein Tönen ohne einen klingenden Körper, bloss durch unmittelbar der umher befindlichen Luft mitgetheilte

war noch fast ganz unbekannt, ehe die Herren Weber in der *Wellenlehre* §. 285 — 288 Auskunft darüber gegeben, und gezeigt haben, unter welchen Umständen der Ton mehr von der Beschaffenheit der Zunge oder von der Länge der angesetzten Röhre abhänge, welche Reihe von Flageolettklängen Statt finde u. s. w. In der Folge sind die Ergebnisse weiterer Untersuchungen dieses Gegenstandes von ihnen zu erwarten.

Stöſse. Dieſe Vorrichtung könnte wohl zu noch mehrern Unterſuchungen führen.

Zu den Tönen, welche durch unmittelbare ſchnelle und gleichförmige Schläge auf die umher befindliche Luft entſtehen, kann man auch das Sumſen und Schwirren mancher fliegenden Inſekten rechnen, wo man auch oft einen beſtimmbaren Ton hört, aus deſſen Höhe oder Tiefe ſich auf die Schnelligkeit der Bewegungen ſchlieſsen läſst, z. B. bei einer Weſpe oder groſsen Fliege auf einige hundert, und bei einer Mücke auf mehrere tauſend Schläge in einer Sekunde.

Daſs auch durch Schläge eines feſten Körpers auf den andern ein Ton kann hervorgebracht werden, zeigt ſich an den von mir in der *Akuſtik* §. 59. und im *Traité d'Acoustique* §. 42. beſchriebenen Klirrtönen einer Saite, in deren Mitte ein Steg ganz locker untergeſetzt iſt. Hier giebt nicht die Saite den Ton, welcher ihr, als klingender Körper betrachtet, zukommt, ſondern der Ton iſt um eine Quinte tiefer, weil er von den Zeitabſtänden des Auffchlagens auf den Steg abhängt. Er klingt auch weit rauher und ſchnarrender, als wenn er durch die Schwingungen der Saite ſelbſt hervorgebracht würde, und zeigt allemal eine Beimengung und ein Nachklingen des um die Quinte der Octave höheren Tones, welcher den beiden Hälften der Saite zukommt. Wahrſcheinlich möchte ſich ein, zwar ſehr ſchnarrender und unangenehmer, aber doch wohl einigermaſsen beſtimmbarer Ton auch durch andere Arten eines ſchnellen und gleichförmigen Auffchlagens eines feſten Körpers auf einen andern hervorbringen laſſen, z. B. durch Auf-

schlagen einer Feder auf die Zähne eines schnell und gleichförmig umgedrehten Rades.

Auch ein einfacher, hinreichend schneller und starker Stofs auf die Luft ist im Stande, bisweilen einen zwar sehr unvollkommenen, aber doch bei gehöriger Aufmerksamkeit einigermaſsen bestimmbaren Ton hervorzubringen, z. B. bei einer Explosion, oder bei einem Peitschenschlage auf die Luft. Die Erfahrung lehrt nämlich, daſs die Wirkung auf das Gehör, auch wo in ganz freier Luft kein Echo oder Nachhall durch Rückwirkung Statt finden kann, doch immer nicht ganz augenblicklich ist, sondern ein wenig länger dauert. Daſs hier eine in der Luft erregte Schallwelle mehrere nachfolgende veranlaſst, welche die Wirkung etwas verlängern, stimmt ganz mit den Beobachtungen von E. H. u. W. Weber in der *Wellenlehre* §. 80 f. überein, wo einer durch einen augenblicklichen Stoſs erregten Wasserwelle wohl 50 und mehr nachfolgen *).

Wenn ein Körper sich sehr schnell durch die Luft bewegt, z. B. eine Flintenkugel oder Kanonenkugel, hört man auch ein Sausen oder Pfeifen, wobei sich etwas von Höhe und Tiefe, d. i. etwas von einem Tone, wiewohl meist nur sehr unvollkommen, unterscheiden läſst. Die Verschiedenheit von Höhe und Tiefe mag hier wohl theils von der Gröſse des sich bewegenden Körpers, theils von dessen Geschwindigkeit

*) Vor geraumer Zeit hat mir jemand erzählt, daſs ein Herrschaftsbesitzer einige seiner Dienstleute abgerichtet habe, durch Peitschen von verschiedenen Dimensionen eine sehr einfache Melodie hervorzubringen, welches gar wohl seyn kann, aber keine besonders angenehme Wirkung mag gethan haben.

abhängen. Auf welche Art nun, und nach welchen Gesetzen hier eine Bewegung, die man für gleichförmig halten sollte, auf einander folgende Schallwellen erregt, und ob diese Erregung mehr durch Reibung an den seitwärts befindlichen Lufttheilen, oder durch Verdrängung der Luft in der Richtung der Bewegung und durch das schnelle Zuströmen in den nach hinten zurückgelassenen leeren Raum bewirkt werde, und wie überhaupt hier der Vorgang seyn möge, überlasse ich Andern zu bestimmen. Hieher gehört auch das Sausen oder Zischen, welches durch schnelles Hauen in die Luft vermittelst eines Stabes sich hervorbringen läfst; am besten vermittelst einer hölzernen Leiste, deren Dicke und Breite verschieden sind, z. B. die Dicke $\frac{1}{4}$ und die Breite $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Zoll, wo der kaum oder nur sehr unvollkommen zu bestimmende Ton höher ist, wenn man mit der schmälern Seite, als wenn man mit der breitern haut. Wenn die Dicke nach der einen Seite zu abnimmt, wie z. B. bei einem Säbel, oder bei einer nach der einen Seite zugeschärften Leiste, so zeigt sich mehr Höhe, wenn die dünnere Seite, als wenn die dickere gegen die Luft bewegt wird. Nächst der geringen Breite scheint die Geschwindigkeit der Bewegung am meisten zu einer mehrern Höhe des Tones beizutragen, die Länge des Stabes oder der Leiste aber wenig oder gar nichts.

Das Strömen eines sehr starken Windes durch eine enge Ritze oder Spalte, etwa in einer Bretwand oder in einem Fenster, ist bisweilen auch hinreichend, um einen Ton hervorzubringen, der aber sehr unangenehm und heulend ist, weil er sich in jedem Augenblicke verändert, da dessen Höhe und Tiefe nicht nur

von der geringern oder gröſsern Weite der Spalte, sondern auch von der mehreren oder mindern Heftigkeit des Windes abhängt.

Aus allem dem, was hier erwähnt ist, und wovon manches vielleicht noch näher untersucht zu werden verdient, ist zu ersehen, daſs man den Begriff von Ton in etwas weitläufigerem Sinne nehmen muſs, als es gewöhnlich geschieht, indem nicht allemal stehende Schwingungen eines tönenden Körpers dazu erforderlich sind, sondern es im Allgemeinen darauf ankommt, daſs hinreichend starke und schnell auf einander folgende Stöſse auf irgend eine Art dem umher befindlichen Medium und durch dieses dem Gehöre mitgetheilt werden. In den hier erwähnten Fällen sind es freilich auch Schwingungen, aber keine stehenden, wie bei klingenden Körpern, sondern bloſs fortschreitende Schwingungen, oder unmittelbar in dem umgebenden Medium durch Stöſse erregte (primäre) Schallwellen. Für den Gebrauch werden indeſſen nur die durch klingende Körper hervorgebrachten Töne anwendbar ſeyn, und von den hier erwähnten keine andern, als die des Mundſtücks einer Zungenpfeife mit durchſchlagender Zunge, welche auch zu dem Aeolodikon und ähnlichen Inſtrumenten angewendet werden.

Chladni.

## V.

## Ueber eine besondere Substanz im Meerwasser;

von

Herrn Balard,
Apothek. u. Präparat. d. Chem. an d. Facult. d. Wissensch. zu Montpellier.

(Beschluss.)

### VIII. Von der Bromsäure und ihren Verbindungen.

Wenn man Brom mit einer hinreichend concentrirten Auflösung von Kali schüttelt, so bilden sich, wie ich schon gesagt habe, zwei sehr verschiedene Verbindungen. Aufgelöst in der Flüssigkeit erhält man bromwasserstoffsaures Kali; zu Boden fällt ein weisses krystallinisches Pulver, welches, da es sich auf glühenden Kohlen nach Art des Salpeters schmelzen, und durch Erhitzung unter Entwickelung von Sauerstoffgas, in Bromkalium verwandeln läfst, als bromsaures Kali scheint betrachtet werden zu müssen.

Das bromsaure Kali ist sehr wenig in Alkohol auflöslich; dagegen löst es sich in ziemlich beträchtlicher Menge in siedendem Wasser auf, und schlägt sich daraus beim Erkalten in Form von zusammengruppirten Nadeln nieder. Läfst man es durch Verdampfen krystallisiren, so setzt es sich in krystallinischen Blättern von mattem Ansehen ab.

Das bromsaure Kali zersetzt sich in der Hitze. Auf glühenden Kohlen sprüht es Funken. Gepülvert mit Schwefelblumen vermischt, verpufft es durch einen Schlag. Die Auflösung dieses Salzes bringt in der vom

salpetersauren Silberoxyde einen Niederschlag hervor. Dieser Niederschlag ist weiss und pulverförmig, und schwärzt sich kaum am Lichte; dadurch unterscheidet er sich vom Bromsilber, welches gelblich und käsig ist und leicht vom Sonnenlichte verändert wird.

Das bromsaure Kali schlägt die Bleisalze nicht nieder, während das bromwasserstoffsaure Kali mit denselben einen krystallinischen sehr reichlichen Niederschlag giebt. Es bildet mit dem salpetersauren Quecksilberoxydul einen gelblichweissen, in Salpetersäure löslichen Niederschlag.

Das bromsaure Kali besitzt eine Eigenschaft, die den chlorsauren Salzen fehlt, die man aber bei den jodsauren in einem hohen Grade antrifft. Die Säure desselben zersetzt sich nämlich unter hydrogenirenden Einwirkungen eben so, als wenn sie frei wäre; auch die schweflige Säure, der Schwefelwasserstoff, die Bromwasserstoffsäure und die Chlorwasserstoffsäure reagiren auf das bromsaure Kali und bewirken, die drei ersten eine Abscheidung von Brom, die letztere eine Verbindung von Brom mit Chlor.

Meine Versuche, durch Zersetzung des bromsauren Kalis ein Bromoxyd zu erhalten, waren vergeblich. Doch rührte diess vielleicht daher, dass ich meine Versuche nur mit sehr geringen Mengen anstellen konnte.

Die verdünnte Bromwasserstoffsäure macht Brom frei, wenn sie auf bromsaures Kali wirkt. Verdünnte Schwefelsäure entwickelt bei der Siedhitze des Wassers eine gasförmige Substanz, die ich nach einander über Wasser, Quecksilber und Oel aufgefangen habe. Ich habe immer Brom und Sauerstoffgas erhalten, was zu

zeigen scheint, entweder dass das Brom keine Oxyde zu bilden vermag, oder auch, dass diese Verbindungen, wenn man sie erhalten kann, noch leichter zerfallen als die Chloroxyde.

Man kann das bromsaure Kali noch durch ein anderes Verfahren als das angeführte erhalten. Man braucht nur z. B. das Brom mit Chlor zu verbinden, und die Auflösung dieser Verbindung in Wasser mit Kali in Berührung zu bringen, um augenblicklich bromsaures und bromwasserstoffsaures Kali durch Zersetzung des Wassers zu erhalten. Man trennt diese Salze leicht vermöge ihrer ungleichen Lösbarkeit.

Ich benutzte diess Verfahren um bromsauren Baryt zu bereiten, und erhielt dasselbe dadurch in Gestalt von nadelförmigen Krystallen, die sich in siedendem Wasser leicht, aber in kaltem Wasser nur wenig auflösten, und auf glühenden Kohlen mit grüner Flamme schmolzen.

Fällt man aus einer Auflösung von bromsaurem Baryt durch verdünnte Schwefelsäure den Baryt gänzlich, so bekommt man seine Flüssigkeit, die nur eine verdünnte Auflösung von Bromsäure ist. Durch ein gelindes Verdampfen kann man den grösseren Theil des Wassers von der Säure entfernen, wodurch diese alsdann eine Syrupsconsistenz erlangt. Erhöht man die Temperatur noch mehr, um das Wasser, das die Säure enthält, völlig zu verjagen, so verfliegt ein Theil derselben, und der andere zersetzt sich in Sauerstoff und Brom. Dasselbe scheint bei der Verdampfung dieser Flüssigkeit im Vacuo über Schwefelsäure Statt zu finden. Das Wasser scheint also zum Bestehen der Bromsäure nothwendig zu seyn.

Die Säure röthet das Lackmuspapier anfänglich stark, entfärbt es aber nach einiger Zeit. Sie riecht kaum, und schmeckt sehr sauer, aber keineswegs ätzend. Salpetersäure und Schwefelsäure üben keine chemische Wirkung auf sie aus. Die letztere, wenn sie sehr concentrirt ist, bewirkt zwar ein Aufbrausen, vermuthlich von entweichendem Sauerstoffgase herrührend, und setzt Brom in Freiheit; aber dieser Vorgang scheint der hohen Temperatur, die bei Verbindung der Schwefelsäure mit dem Wasser der Bromsäure entsteht, zugeschrieben werden zu müssen, denn er findet nicht Statt, wenn die Schwefelsäure verdünnt ist. Die Wasserstoffsäuren, so wie die mit Sauerstoff nicht gesättigten Säuren, wirken dagegen sehr heftig auf die Bromsäure. Schweflige Säure, Schwefelwasserstoffsäure und Bromwasserstoffsäure zersetzen dieselbe, eben so die Chlor- und Jodwasserstoffsäure. Mit den beiden letzteren erhält man Verbindungen von Brom mit Chlor und Jod. Eben so gegen die Bromsäure verhalten sich diese Säuren, wenn sie mit Basen verbunden sind.

Mit Silbersalzen giebt die Bromsäure einen weissen pulverigen Niederschlag, der nur bromsaures Silberoxyd zu seyn scheint. Concentrirte Auflösungen von Bleisalzen werden ebenfalls von ihr gefällt, aber der Niederschlag löst sich auf Zusatz von ein wenig Wasser auf, und unterscheidet sich dadurch von demjenigen, welchen die bromwasserstoffsauren Salze in den Auflösungen der Bleisalze hervorbringen. Auch giebt sie, wie das bromsaure Kali, mit salpetersaurem Quecksilberoxydul einen weissen Niederschlag.

Die Bromsäure nähert sich in ihren Eigenschaften sehr den analogen Verbindungen des Chlors und Jods; dadurch aber, daſs es unmöglich ist, sie gänzlich vom Wasser zu befreien, und sie bis zum Sieden zu erhitzen, ohne nicht wenigstens theilweise sie zu zersetzen, kommt sie weit mehr der Chlorsäure nahe und zeigt, daſs der Sauerstoff in ihr weniger stark gebunden ist, als in der Jodsäure.

Ihre Bestandtheilsverhältnisse scheinen denselben Gesetzen unterworfen zu seyn, wie die der Chlor-, Jod- und Salpetersäure. So hinterlieſsen 1,128 bromsaures Kali nach dem Glühen 0,790 Bromkalium. Der Gewichtsverlust, vom entwichenen Sauerstoffe herrührend *), betrug folglich 0,338. Nun enthalten 0,790 Bromkalium nach der früher angeführten Analyse 0,51745 Brom und 0,27255 Kalium. Diese Menge Kalium absorbirt, um in Kali überzugehen, 0,05563 Sauerstoff, welches Quantum von 0,338 abgezogen, 0,28237 für die Sauerstoffmenge übrig läſst, die mit 0,51745 Brom vereinigt gewesen ist. Nach diesem Versuche würde die Bromsäure zusammengesetzt seyn aus:

| | |
|---|---|
| 64,69 | Brom |
| 35,31 | Sauerstoff |
| 100,00 | |

Bezeichnet nun 93,28, die aus der Analyse des Bromkaliums abgeleitete Zahl, das Atomengewicht des Broms, und nimmt man an, daſs die Bromsäure aus *fünf* Atomen Sauerstoff und *einem* Atome Brom zu-

*) Ich hatte diesen Versuch so angestellt, daſs ich das entweichende Sauerstoffgas auffangen und messen konnte; allein, da der Apparat zufällig in Unordnung gerieth, war es mir nicht erlaubt, auf diese Art das erhaltene Resultat zu controliren.

zusammengesetzt sey; so findet man, dass 100 Theile Bromsäure enthalten müssen:

65,10 Brom
34,90 Sauerstoff
―――――
100,00.

Diese Zahlen weichen so wenig von denen ab, welche die directe Analyse der Bromsäure gegeben hat, dass es mir scheint, man könne die Voraussetzung, in welcher sie erhalten sind, als wahr betrachten.

IX. Von der Verbindung des Broms mit dem Chlor und Jod.

Das Brom verbindet sich mit dem *Chlor* bei gewöhnlicher Temperatur. Man kann diese Verbindung dadurch erhalten, dass man einen Strom von Chlor in Brom leitet, und die entweichenden Dämpfe durch eine Kältemischung verdichtet. Das Chlorbrom erscheint in Gestalt einer röthlichgelben, weit weniger dunkeln Flüssigkeit als das Brom selbst. Es hat einen durchdringenden, zu Thränen reizenden Geruch und einen äusserst unangenehmen Geschmack. Es ist sehr flüssig und sehr flüchtig. Seine dunkelgelben, dem Chloroxyd an Farbe ähnlichen Dämpfe haben nichts mit der Röthe der Bromdämpfe gemein. Es macht die Metalle verbrennen, mit welchen es wahrscheinlich Chlor- und Brommetalle giebt. Das Chlorbrom ist auflöslich in Wasser. Die Auflösung hat die Farbe und den Geruch des Chlorbroms, und entfärbt das Lackmuspapier schnell, ohne es zu röthen. Das Chlorbrom kann sich also unzersetzt in Wasser auflösen. Dagegen zersetzt es das Wasser unter Mitwirkung alkalischer Körper. Kali, Natron, Baryt in die Auflösung des Chlorbroms gebracht, erzeugen chlor-

wasserstoffsaure und bromwasserstoffsaure Salze. Diese Eigenschaft, welche auch das Chlorjod besitzt, bestätigt, dass das Chlor wirklich mehr Verwandtschaft zum Wasserstoff besitzt, als das Brom.

*Bromjod.* Das Jod scheint mit dem Brom zwei Verbindungen zu bilden. Läst man diese Körper in gewissen Verhältnissen auf einander wirken, so erhält man eine feste Verbindung, die, wenn man sie erhitzt, rothbraune Dämpfe giebt, welche sich zu kleinen farrenkrautähnlichen Krystallgruppen von derselben Farbe verdichten. Ein neuer Zusatz von Brom verwandelt diese Krystalle in eine flüssige Verbindung, die im Aeussern der mit Jod sehr beladenen Jodwasserstoffsäure ähnlich ist. Das flüssige Bromjod läst sich mit Wasser mischen, und theilt diesem die Eigenschaft mit, Lackmus-Papier und -Tinktur zu entfärben, ohne sie zu röthen. Alkalien, in diese Auflösung gebracht, erzeugen bromwasserstoffsaure und jodsaure Salze, wie es die Analogie voraussehen läst.

### X. Von der Wirkung des Broms auf Phosphor, Schwefel und Kohlenstoff.

Phosphor und Brom in einer mit Kohlensäure gefüllten Flasche in Berührung gebracht, wirken augenblicklich aufeinander, unter Entwickelung von Licht und Wärme. Das Resultat der Verbindung theilt sich in zwei Portionen; die eine von ihnen ist fest, sublimirt sich und krystallisirt in dem obern Theile des Gefässes; die andere ist flüssig und nimmt den untern Theil ein.

Die letztere Verbindung scheint weniger Brom zu enthalten, als die feste krystallinische, und kann auch in der That durch Hinzufügung einer hinlänglichen

Menge Brom die letztere Form erhalten. Ich nenne ſie daher *Bromphosphor im Minimo* (Proto-Bromure de phosphore) und die feſte Verbindung *Bromphosphor im Maximo* (Deuto-Bromure de Phosphore).

*Bromphosphor im Minimo.* Dieſer Bromphosphor iſt flüſſig, ſelbſt bei — 12° C. Er röthet das Lackmus, aber ſchwach und vielleicht nur deshalb, weil er aus nicht ganz trocknen Materialien bereitet worden iſt. Er verfliegt mit Leichtigkeit, und ſtöſst an der Luft ſtechende Dämpfe aus. Er kann, wie der Chlorphosphor im Minimo einen Ueberſchuſs von Phosphor auflöſen, und erlangt dadurch die Eigenſchaft, brennbare Körper zu entzünden. Er wirkt ſehr heftig auf Waſſer, macht viel Wärme frei und erzeugt Bromwaſſerſtoffſäure, die man in Gasform erhält, wenn man nur einige Tropfen Waſſer hinzufügt, die ſich aber in Waſſer auflöſst, wenn man daſſelbe in gröſseren Verhältniſſen angewandt hat. Dieſe ſaure Flüſſigkeit hinterläſst beim Verdampfen einen Rückſtand, welcher, wenn man ihn trocknet, ſchwach brennt, und dadurch in Phosphorſäure übergeht.

*Bromphosphor im Maximo.* Dieſer Bromphosphor iſt feſt und von gelber Farbe. Bei einer etwas erhöhten Temperatur ſchmilzt er zu einer rothen Flüſſigkeit, die bei fernerer Erhitzung Dämpfe von derſelben Farbe giebt. Wenn man dieſen Bromphosphor, nachdem er geſchmolzen iſt, erkaltet oder ſeine Dämpfe verdichtet, ſo giebt er Kryſtalle, im erſten Falle von rhomboidaler Form, im andern als Nadeln, die mit einander verwachſen ſind. Die Metalle zerſetzen ihn, und erzeugen Brommetalle, wahrſcheinlich auch Phosphormetalle. Er ſtöſst an der Luft

dichte, stechende Dämpfe aus. Er zersetzt das Wasser unter Entwickelung von Wärme und Bildung von Bromwasserstoff- und Phosphorsäure.

Läfst man Chlor auf diesen oder den vorigen Bromphosphor wirken, so entwickeln sich röthliche Dämpfe von Brom, und man erhält Chlorphosphor. Das Jod kann diese Verbindungen nicht zersetzen; im Gegentheile erhält man violette Dämpfe und Bromphosphor, wenn man Brom auf Jodphosphor wirken läfst.

*Bromschwefel.* Man erhält Bromschwefel, wenn man Brom auf sublimirten Schwefel giefst. Dieser verwandelt sich in eine ölartige röthliche Flüssigkeit, die weit dunkler ist als der Chlorschwefel, und wie dieser weifse Dämpfe an der Luft ausstöfst. Diese Dämpfe riechen auch entfernt nach Chlorschwefel. Der Bromschwefel röthet für sich das Lackmuspapier nur schwach, unter Mitwirkung von Wasser aber sehr stark. Kaltes Wasser wirkt nur wenig auf ihn, siedendes aber bewirkt eine schwache Verpuffung, und es bilden sich Bromwasserstoffsäure, Schwefelsäure und Schwefelwasserstoff. Chlorschwefel dagegen erzeugt unter denselben Umständen, ohne Verpuffung, Chlorwasserstoffsäure, schweflige Säure und Schwefelsäure. Der Bromschwefel wird vom Chlor unter Entwicklung von Brom und Erzeugung von Chlorschwefel zersetzt.

*Bromkohlenwasserstoff* (Hydro-Carbure de Brôme). Ich beobachtete weder eine Zersetzung noch eine Verbindung, als ich Kohle bei verschiedenen Temperaturen mit Brom im Berührung brachte, aber dieser Körper läfst sich leicht mit dem ölbildenden Gase vereinigen.

Bringt man einen Tropfen Brom in eine mit dieſem Gaſe gefüllte Flaſche, ſo wird er augenblicklich in eine ölartige, farbloſe Flüſſigkeit verwandelt, die ſchwerer als Waſſer iſt, und die, ſtatt des lebhaften Bromgeruchs, nur einen ätheriſchen Geruch, der angenehmer iſt als der vom Chlorkohlenwaſſerſtoff, beſitzt.

Der Bromkohlenwaſſerſtoff verflüchtigt ſich mit Leichtigkeit; durch ein rothglühendes Glasrohr geleitet, wird er zerlegt, wobei ſich Kohle abſetzt, und Bromwaſſerſtoffgas entwickelt. Mit einem angezündeten Körper berührt, verbrennt er unter Erzeugung ſehr ſaurer Dämpfe und eines dicken Rauchs von ſehr vertheilter Kohle. Ein Verſuch, durch Einwirkung der Sonnenſtrahlen auf ein Gemenge von Brom und ölbildendem Gaſe (un melange de cet hydro-carbure de brôme), Bromkohlenſtoff zu erhalten, war vergebens.

Eine Verbindung, identiſch mit der, welche ich ſo eben beſchrieben habe, erhält man, wenn man die durch Chlor gefärbte Mutterlauge der Salzſoolen deſtillirt. Das ſo erhaltene Brom iſt oft mit Bromkohlenwaſſerſtoff gemengt, von dem man es mittelſt Waſſer trennt. Zuweilen iſt bei dieſer Operation das Brom gänzlich in dieſe dreifache Verbindung verwandelt. Dieſs rührt wahrſcheinlich von einer Wirkung des Broms auf die organiſche Materie her, die in geringer Menge in der Salzſoole enthalten iſt, und dem Rückſtande nach der Verdampfung die Eigenſchaft ertheilt, ſich zu ſchwärzen, wenn man ihn ſtark erhitzt.

### XI. Von der Wirkung des Broms auf einige organiſche Subſtanzen.

Die groſse Verwandtſchaft des Broms zum Waſſerſtoff läſst einigermaſsen vorherſehen, wie es auf

organische Körper wirken wird. Es zersetzt die meisten von ihnen, indem es allemal Bromwasserstoffsäure bildet, und zuweilen Kohle ausscheidet.

Das Brom löst sich sehr gut in Essigsäure und reagirt nur langsam auf sie. Es ist sehr auflöslich in Aether und Alkohol. Die gefärbten Lösungen mit diesen beiden Flüssigkeiten verlieren nach einigen Tagen ihre Farbe, und man findet Bromwasserstoffsäure in denselben aufgelöst. Fette Oele erzeugen nur sehr langsam Erscheinungen dieser Art. Dagegen findet sie augenblicklich Statt, wenn man Brom mit ätherischen Oelen in Berührung bringt. Als ich einige Tropfen Brom in Terpentin- oder Anisöl brachte, erzeugte sich Wärme, weisse Dämpfe von Bromwasserstoffsäure entwichen, und das ätherische Oel verwandelte sich in eine gelbliche harz- oder pechartige, dem Terpentin ähnliche Masse. Harz verhält sich eben so zu dem Brom. Der Kampher löst sich in demselben auf, und verliert in dieser Verbindung den gröfsten Theil seines Geruchs und seiner Flüchtigkeit. Diese Verbindung von Brom und Kampher erstarrt und krystallisirt, wenn man die Temperatur erniedrigt. Das Brom verändert die dauerhaftesten Farbestoffe sehr beträchtlich; gleich dem Chlor, nimmt dasselbe ihnen die Farbe und verwandelt sie in eine besondere Substanz von gelber Farbe.

Ich habe keine bemerkenswerthe Erscheinungen wahrgenommen, als ich auf Zucker, Stärke, Morphine, Margarinsäure u. s. w. Brom wirken liefs. Die geringe Menge von Brom, die mir zu Gebote stand, erlaubte mir nicht zu untersuchen, wie sich dasselbe zu andern organischen Verbindungen verhält.

### XII. Von der Naturgeſchichte des Broms.

Das Brom findet ſich im Meerwaſſer in ſehr gerin- ger Menge. Selbſt die Mutterlauge aus unſern Salinen enthält nur ſehr wenig, obgleich ſie zur Abſcheidung des Meerſalzes ſehr ſtark eingedampft wird, und dieſes keine merkliche Quantitäten von Brom mit ſich nimmt. Die Art, auf welche man Brom gewinnen kann, ſcheint anzudeuten, daſs das Brom als Bromwaſſerſtoffſäure im Meerwaſſer vorhanden iſt, und zwar an Magneſia gebunden, wie mich einige Betrachtungen glauben laſſen. Der Rückſtand des abgedampften Meerwaſſers giebt wirklich, nachdem er ſtark geglüht worden iſt, kein Brom mehr durch Behandlung mit Chlor. Erwägt man nun, daſs unter den von mir unterſuchten brom- waſſerſtoffſauren Salzen nur allein das Magneſiaſalz durch Hitze zerſetzbar iſt, ſo wird man geneigt ſeyn zur Annahme, daſs das Meerwaſſer in der That dieſe Verbindung enthalte. Die Pflanzen und Thiere, welche im Meere leben, enthalten ebenfalls Brom. Die Lauge aus der Aſche aller im Mittelländiſchen Meere wachſenden Pflanzen erhält eine gelbe Farbe, wenn man ſie mit Chlor behandelt. Eben ſo ſah ich dieſe Farbe ent- ſtehen, als ich mit Chlor die Auflöſung der Aſche von *Janthina violacea* behandelte, eines zu den Molluscis te- staceis gehörigen Thiers, welches ich der Güte des Hrn. August Bérard verdanke, und welches dieſer Officier auf ſeiner zweiten Reiſe um die Welt auf der Inſel St. Helena eingefangen hatte. Ferner habe ich merkliche Mengen von Brom in der Vareck-Soda gefunden, die zur Ge- winnung des Jods dient*). Endlich ſchien mir der Rück-

*) Das Verfahren, wodurch es mir am beſten gelang, das Brom aus Verbindungen abzuſcheiden, die zugleich Jod enthielten, be-

ſtand von der Verdampfung eines Mineralwaſſers aus den öſtlichen Pyrenäen, welcher ſehr ſalzreich war, durch Chlor gelb gefärbt zu werden. Wenn das Brom wirklich in einem Waſſer dieſer Art vorhanden iſt, ſo darf man hoffen, es in den eigentlich ſaliniſchen Waſſern anzutreffen, und vor allem in der Mutterlauge des Steinſalzes. Es fehlt mir an Materialien, um dieſe Vermuthung zu bewähren. Alles dies macht es ſehr wahrſcheinlich, daſs man das Brom in einer groſsen Anzahl von Meeresproducten auffinden wird.

---

Am Schluſse dieſer Abhandlung werden von Hrn. Balard noch einige Betrachtungen über die Natur des Broms angeſtellt, die ich hier aber übergehen zu können glaube, da ſie den bisher angeführten Thatſachen nichts Weſentliches hinzufügen, und alſo jeder Leſer zu ähnlichen Betrachtungen die Materialien in Händen hat. Hr. Balard erklärt ſich übrigens für die einfache Natur des Broms, die im gewöhnlichen Sinne auch wohl kaum zu bezweifeln iſt, und ſtellt dieſen Körper vermöge ſeiner Eigenſchaften zwiſchen das Chlor und Jod; er verſpricht auſserdem die gegenwärtige Unterſuchung wo möglich durch eine künftige Arbeit zu vervollſtändigen.

Seitdem die Entdeckung des Hrn. Balard zur Kenntniſs der Chemiker in Deutſchland gelangt iſt, haben mehrere von ihnen die Aufſuchung des Broms mit rühmlicher Thätigkeit betrieben, und dadurch in ſehr kurzer Zeit zur Gewiſsheit gebracht, daſs dieſer Körper nicht gar ſelten in der Natur vorkommt, vielleicht verbreiteter iſt als das Jod. Statt deſſen, was von obiger Abhandlung fortgelaſſen iſt, ſey es mir daher erlaubt, hier kürzlich die Reſultate dieſer Nachforſchungen zuſammenzufaſſen, wenn gleich ich nicht beabſichtige, ein ängſtliches Verzeichniſs aller fernern Fundorte des Broms damit zu eröffnen. — Zuerſt in Deutſchland, ſcheint, wie es die Tagesblätter, unter andern die *Berliniſchen Nachrichten* vom 15. Nov. 1826. ſehr früh ins Publikum gebracht haben, das Brom vom Hrn. Prof. Liebig in Gieſsen aufgefunden zu ſeyn, und zwar in der Mutterlauge aus der Saline zu *Theodorshalle* bei *Kreuznach*. Derſelbe erhielt aus 30 Pfund der Mutterlauge 20 Grammen Brom, und beſtimmte das Atomengewicht deſſelben durch einen Verſuch, worin 2,521 Grm. Bromkalium, mit ſalpeterſaurem Silber gefällt, 4,041 Grm. Bromſilber gegeben hatten, zu 94,11 gegen Sauerſtoff = 10 (Ann. d. chim. et d. phys. T. XXXIII. 331.). — Darauf ent-

---

ſtand darin, daſs ich das Jod durch ein Kupferſalz fällte, das unlösliche Jodkupfer abfiltrirte, die Flüſſigkeit eindampfte, und nun den Rückſtand mit Schwefelſäure und Manganoxyd behandelte.

deckte Hr. Prof. C. G. Gmelin in Tübingen (wie mir derselbe brieflich meldete, und es späterhin auch die Berlinischen Nachrichten vom 6. Dec. 1826. bekannt machten) das Brom im *Wasser des todten Meeres*, von dem Hr. Leutze aus Ebningen eine Flasche voll mitgebracht hatte. Diefs Vorkommen ist eins der ausgezeichnetern, indem das Brom in folcher Menge in dem Wasser enthalten ist, dafs es fich ohne vorherige Abdampfung daraus abfcheiden läfst. Hr. Geheimrath Hermbstädt, von dem man in dem folgenden Auffatze eine Beftätigung diefer interessanten Entdeckung findet, hat die Güte gehabt, die Abfcheidung des Broms aus diefem Waffer in meiner und mehrerer hiefigen Chemiker Gegenwart zu wiederholen, und uns dadurch mit den Haupteigenfchaften diefes Stoffes durch eigne Anficht bekannt zu machen. — Nächftdem hat Hr. Prof. Geiger zu Heidelberg eine geringe Spur von Brom in der Salzfoole von *Rappenau* im Grofsherzogth. Baden aufgefunden (deffen Magazin fur Pharmacie Bd. XVI. S. 125 u. 207.), wofelbft auch und aufserdem noch in den Salzfoolen von *Dürrheim*, *Schwenningen*, *Wimpfen* und *Jaxfeld* die Gegenwart diefes Körpers vom Hrn. Prof. Fromherz zu Freyburg nachgewiefen ift (Schweigg. Journ. XLVIII. 252.). Einen gleichen Erfolg haben ferner des Hrn. Dr. Meissner Unterfuchungen der Salzfoole aus dem deutfchen Brunnen zu Halle gehabt, fo wie des Hrn. Adminiftrator Hermann zu Schönebeck mit der Soole aus der dortigen Saline (a. a. O. Bd. 48. S. 108. und Heft. 2. Umfchlag). Der letztere Chemiker hat fich auch erboten, das Brom käuflich abzulaffen. Endlich ift das Brom noch in der Mutterlauge aus der Saline *Rofenheim* in Baiern, vom Hrn. Hofrath Vogel in München entdeckt (Kaftner's Archiv Bd. IX. S. 378). Diefer Chemiker hat auch das von Hrn. Balard und mehreren Anderen getragene Bedenken, ob nicht etwa das Brom eine bisher unbekannte Verbindung des Chlors mit Jod fey, durch directe Verfuche zu heben gefucht. Derfelbe leitete nämlich einen Strom von Chlorgas in eine gemeinfchaftliche Auflöfung von falzfaurer Magnefia und Jodkalium, und behandelte fie darauf mit Aether. Der Erfolg war, dafs fich zwar die Flüffigkeit augenblicklich gelb färbte, und der Aether eine hyacinthrothe Farbe annahm, die er auf Zufatz von Kali wieder verlor; als aber der mit Kali entfärbte Aether abgedampft, und der Rückftand mit Manganoxyd und Schwefelfäure deftillirt wurde, gingen nicht rothe, fondern purpurfarbene Dämpfe über, die fich zu glänzendem Jod verdichteten. Die Ausficht, das Brom von der Lifte der einfachen Körper auszuftreichen, hat alfo hiedurch nicht gewonnen. Nach einer Anzeige unter den Verhandlungen der Academie zu Paris, in den Ann. de chim. et de phys. XXXIII. 324. hat Hr. Dumas ein Chlorjod entdeckt, das eine grofse Anzahl der Eigenfchaften des Broms befitzt. Wie diefes dargeftellt worden, und in wie fern es für oder wider die einfache Natur des Broms fpricht, fteht noch zu erwarten. *P.*

---

## VI.

## Vorkommen des Broms in dem Wasser des todten Meeres;

von

S. F. Hermbstaedt.

Die Auffindung des *Broms* in dem Wasser aus dem todten Meere, welche Herr Prof. Gmelin in *Tübingen* kürzlich bekannt gemacht hat; so wie der Besitz einer kleinen Quantität des gedachten Wassers, welches von meiner früheren Analyse desselben zurückgeblieben ist und sich durch seine Reinheit besonders auszeichnet, weil dasselbe nicht in einer Flasche aus Blech, sondern in einem gläsernen Gefäſse mitgebracht worden ist, hat mich veranlaſst, solches gleichfalls einer Prüfung auf *Brom* zu unterwerfen, das ich auch ziemlich reichlich darin aufgefunden habe.

Der kleinste Zusatz von *Chlor* färbt jenes Wasser auf der Stelle gelb; das *Chlor* scheint ein überaus empfindliches Reagens für das *Brom* zu seyn. Leitet man Chlorgas unmittelbar in das bromhaltige Wasser ein, so vermehrt sich die Entwicklung des Broms, die Flüssigkeit nimmt eine tiefe goldgelbe Farbe an und den Geruch des *Chloroxyds*.

Wird das gelbe Fluidum mit *Schwefeläther* geschüttelt, so nimmt er alles *Brom* schnell in sich, in dessen Verbindung derselbe nun, über der entfärbten Flüssigkeit, als ein tief hyacinthfarbenes Fluidum schwimmt, das nichts weniger als ungenehm riecht.

Wird [illegible] Aether [illegible] Kali-*lauge* zugesetzt, so wird er schnell entfärbt und der farblose *Aether* schwimmt über der farblosen *Bromkalilauge*. Das *Kali* ist dann neutralisirt und die Lösung desselben schmeckt wie *Jodkaliumlösung*. An der warmen Luft verdunstet, bilden sich theils würflige, theils säulenförmige, [illegible] geruchlose Krystalle, die man, ihrer Gestalt und ihrem Geschmacke zufolge, leicht für *Jodkalium* halten könnte.

Als ich gedachte Krystalle mit dem halben Gewichte *Mangan-Superoxyd* zusammengerieben, in einer Retorte mit dem halben Gewichte des *Bromkalis* reinem *Schwefelsäure-Hydrat* versetzt, das vorher mit dem halben Gewichte Wasser verdünnt worden war, erwärmte sich die Masse unter Entbindung von braunrothen Dämpfen. Der Hals der Retorte wurde nun in einem kleinen Glase in ein wenig Wasser getaucht und das Glas mit einem Gemenge von *Schnee* und *Kochsalz* umgeben; die Retorte sodann gelinde erhitzt. Hier ging das *Brom* in dunkelrothen Tropfen in die Vorlage über. Von diesen wurde anfangs ein Theil vom Wasser aufgelöst, der übrige senkte sich hingegen als ein dunkelrothes Fluidum darin zu Boden, das sich nach einigen Tagen zum grösten Theile in der darüberstehenden Flüssigkeit auflöste, die davon eine satte hyacinthgelbe Farbe annahm.

Die hier bemerkten Erscheinungen sind ganz denjenigen analog, wie sie Herr Balard, der Entdecker des *Broms*, beschrieben hat; sie bieten also in der Sache selbst nichts Neues dar, sie bestätigen sie aber vollkommen.

*Jod* war auf keine Weise in dem Wasser aus dem *todten Meere* aufzufinden.

Im Wasser der *Ostsee*, das freilich schon während mehrerer Jahre bei mir in Flaschen aufbewahrt worden war, konnte ich keine Spur von *Brom* entdecken; vielleicht dass das frischgeschöpfte Wasser aus der *Ostsee* solches darbieten möchte.

Ich werde meine Arbeiten mit *Meersalz*, mit *Steinsalz* aus verschiedenen Gegenden, so wie mit *Kochsalz* aus verschiedenen *Ländern* und *Salinen* fortsetzen, und die Resultate derselben mittheilen.

---

# VII.

## *Ueber das Verhalten der organiſchen Körper in höheren Temperaturen;*

von

Otto Unverdorben zu Dahme.

(Beſchluſs.)

### III. Von den ätheriſchen Oelen.

I. *Aetheriſches Thieröl.* Dieſs Oel iſt im Dippel'ſchen Oele ziemlich rein vorhanden und darin nur mit einer geringen Menge von Odorin, Ammoniak und einer Spur von Thier-Brandſäure verunreinigt. Man befreit es davon, indem man es erſt mit Schwefelſäure und dann mit Kali deſtillirt. Da dieſes Oel ſich an der Luft ſo äuſserſt leicht bräunt, ſo müſſen die Arbeiten damit ſehr vorſichtig geleitet werden. Für ſich wird es ſchon in einer Nacht ſehr ſtark braun an der Luft und nach langer Zeit trocknet es ganz ein. Wenn man das Oel analyſirt, nachdem es etwas dickflüſſig geworden, ſo findet man: *a*) ätheriſches Thieröl in groſser Menge; — *b*) eine bedeutende Menge eines weniger flüchtigen Thieröls, das einen ſchwachen Geruch beſitzt und dem ſchwer flüchtigen Oele des Oleum animale foetidum wohl gleich iſt; — *c*) eine nicht unbedeutende Menge von Odorin; — *d*) eine nicht geringe Menge von Fuscin; — *e*) ein wenig von dem rothen, dem Fuscin ähnlichen Körper; — *f*) eine bedeutende Menge eines rothbraunen Körpers, der ſich nicht in Kali, in verdünn-

ten Säuren in Alkohol und in Aether auflöst, sondern nur in Vitriolöl; — g) ein in Alkohol, aber nicht in Kali lösliches Harz; — h) ein in Kali und Alkohol auflösliches Harz; — i) eine große Menge Brandsäure.

Wenn das Oel dicker wird, so oxydirt sich die Brandsäure und läßt das Odorin zum Theil fahren. Hier war das brandsaure Odorin und Fuscin mit den andern Substanzen in dem noch vorhandenen Oele gelöst.

*Behandlung des ätherischen Thieröls mit Salpetersäure.* Die verdünnte Säure wirkt ruhig und langsam auf das Oel ein, wobei sich viel Harz absetzt. Durch eine starke Säure wird aber das Oel unter Kochen und Spritzen zersetzt, daher man dieses nach und nach in die Säure eintragen muss. Wenn hiebei die Säure nicht mehr aufwallt, so ist der Prozess beendet und die Säure neutralisirt. Mischt man nun die Flüssigkeit (um das Odorin zu binden) mit einem Achtel des Gewichts der angewandten Salpetersäure an englischer Schwefelsäure, und destillirt sie in einer Glasretorte ein Paar Mal, nachdem man sie zuvor mit Wasser verdünnt hat, so erhält man ein Destillat, das aus folgenden Producten besteht.

*a*) Im Falle, dass oben kein Ueberschuss von Thieröl der Säure hinzugesetzt ist, aus einer geringen Menge eines ätherischen Oels, das nach Moschus riecht, und das ich überall bei der Einwirkung der Salpetersäure auf ätherische Oele gefunden habe.

*b*) Aus einer Menge einer eigenthümlichen Säure, welche sich überall bei Einwirkung von Salpetersäure auf ätherische Oele bildet. Diese Säure ist ölartig, löst sich nur wenig in Wasser, dagegen aber leicht in Al-

kohol und selbst im wasserhaltigen. Sie hat eine gelbe Farbe, weshalb ich sie *Gelbsäure* nennen werde, und einen eigenthümlichen Geruch, der hinterher dem der Blausäure ähnlich, aber bei weitem schwächer wie dieser ist. Kalilauge löst die Säure sehr leicht und mit gelbbrauner Farbe auf; hinzugesetzte Säuren scheiden die Gelbsäure unverändert wieder ab. Bleibt die kalische Lösung der Säure an der Luft stehen, so wird sie in die Säure verwandelt, welche sich bei Oxydation der ätherischen Oele an der Luft bildet. Dasselbe geschieht beim Sieden der kalischen Lösung. Die neutrale Lösung schlägt Bleisalze gelb und Silbersalze gelbbraun nieder. Das gelbsaure Eisenoxydul ist ein grauer, in Säuren vollkommen löslicher Niederschlag, der keine Blausäure enthält; so wie man es aber an der Luft mit Wasser kocht, zersetzt es sich, und wird gelb. Schwefelsäure jetzt damit gekocht, scheidet eine Säure ab, die der Brandsäure aus Schleimharzen ähnlich ist, und läſst ein blausaures Eisen von grüner Farbe zurück, aus welchem Kali, mit Hinterlassung von Eisenoxyd, blausaures Eisenoxydul auszieht.

Auf der sauren Flüſsigkeit schwimmt ein Harz (*c*), das wiederum aus zwei andern besteht, 1) aus einem, das in Kali mit schön gelbbrauner Farbe auflöslich ist, und sich auch leicht in Alkohol löst. Dieſs Harz, welches sich bei Einwirkung der Salpetersäure auf alle ätherische Oele und Harze bildet, giebt Verbindungen mit den Basen, wie Colophon; 2) aus einem in Kali unlöslichen halbharzigen Körper.

Ferner bildet sich bei Einwirkung der Salpetersäure auf das ätherische Thieröl (*d*) eine grosse Menge

Odorin, wie ſchon vorhin angedeutet worden, und zwar iſt dieſs die beſte Methode, ſich Odorin zu verſchaffen; — e) Fuscin, in bedeutender Menge, und f) ein brauner extractivartiger Körper, der die Salze des Eiſen-, Blei-, Silber- und Queckſilberoxyde vollkommen fällt, den Alaun aber wenig.

*Behandlung des ätheriſchen Thieröls mit Vitriolöl.* Das Thieröl löſt ſich unter Entwicklung von Wärme, mit braunrother Farbe und Entweichung von ein wenig ſchwefliger Säure, in concentrirter Schwefelſäure auf. Ein Theil des Oels bleibt aber ungelöſt und dieſer beſteht a) aus einem ätheriſchen Oele, das nicht unangenehm, nach Benzoë riecht; — b) aus einem ſchwerflüchtigen, weniger riechenden ätheriſchen Oele, und c) aus einer Spur einer äuſserſt ſtinkenden Säure.

Die braunrothe Löſung in Vitriolöl giebt, mit Waſſer verdünnt und mehrmals deſtillirt: a) viel benzoëartiges Oel; b) ſchwerflüchtiges ätheriſches Oel; c) viel von der ſchon genannten ſtinkenden Säure. Dieſe Säure iſt ölartig, leichter als Waſſer und nicht in Waſſer löslich; ſie löſt ſich aber leicht in Kali auf, und oxydirt ſich dann an der Luft zu einem Harze und zu einer Säure, die nach Butterſäure riecht und wahrſcheinlich Hrn. Chevreul's *acide caprique* iſt. Dieſs gilt auch von den Säuren, die ich als butterſäureartig bezeichnet habe. Kali macht den Geruch dieſer Säure verſchwinden, Säuren bringen ihn ſogleich wieder hervor.

In der Retorte bleibt eine ſaure, wenig gefärbte Flüſſigkeit und ein Harz zurück. Dieſs Harz beſteht:

1) aus einem in Alkohol und Aether unlöslichen, nur in Vitriolöl und zwar mit rothbrauner Farbe löslichen Körper, der pulvrig, nicht harzig ist, rothbraun aussieht, und der sich auch bei der Oxydation des ätherischen Thieröls an der Luft bildet; — 2) aus einem in Aether löslichen Harze; — 3) aus einer geringen Menge Odorin; — 4) aus einem weissen in Wasser löslichen Körper, der sich an der Luft in Fuscin verwandelt.

Wenn man das Oel mit Schwefelsäure erhitzt, so scheidet sich Kohle ab und es entwickelt sich schweflige Säure und viel stinkende Säure.

Wird das Thieröl mit Chlorwasser in Uebermass geschüttelt, so bildet sich ein reines schwerflüchtiges, weniger stinkendes Thieröl, ferner etwas Harz, viel von dem rothen nur in Vitriolöl löslichen Pulver, ein wenig Odorin, und dann die Base, welche sich bei der Destillation der Thier-Harze erzeugt, schwerflüchtig ist und sich wenig in Wasser auflöst.

II. *Die ätherischen Oele des Guajaks.* Das leichtflüchtige Oel, welches rettigartig riecht, oxydirt sich sehr schnell an der Luft, setzt dabei ein gelbbraunes Pulver ab und wird braun und dick. Das weniger flüchtige Oel giebt dieselben Producte, nur langsamer. Es bildet sich 1) Guajak-Brandsäure in sehr grosser Menge, 2) ein Harz, das in Kali löslich ist und auch in kaltem Alkohol, aber schwer; 3) ein Pulver, das in Kali unlöslich ist.

Mit rauchender Salpetersäure bildet es, ohne besonders heftige Erhitzung: *a)* das gewöhnliche Oel, das den mit ihm in Berührung gewesenen Werkzeugen, z. B. Mörsern u. s. w. nach einigen Wochen einen

eigenthümlichen Moschusgeruch enthält, überdiess gelblich ist, sich an der Luft bräunt und leicht verfliegt; — b) ein wenig Gelbsäure, — c) ein in Kali und Alkohol lösliches gelbbraunes Harz, — d) ein in Kali nicht lösliches braunes Harz, — e) eine nicht beträchtliche Menge einer im Geruche eigenthümlichen Basis, die noch geringere Verwandtschaft zu den Säuren hat, als das Odorin; — f) etwas Odorin.

In englischer Schwefelsäure von 1,85 spec. Gewicht, lösen sich die ätherischen Oele des Guajaks sehr leicht und vollständig, mit braunrother Farbe, auf. Die Lösung mit Wasser verdünnt und destillirt, giebt a) unverändertes Oel zur Hälfte, — b) ein wenig Guajak-Brandsäure, — c) nicht sehr viel eines braunen, in Kali und Alkohol auflöslichen Harzes, das in sehr geringer Menge und mit grüner Farbe in einer etwas concentrirten Schwefelsäure auflöslich ist, — d) etwas in Kali und Alkohol unauflösliches Harz, — e) ein wenig Odorin, — f) eine Spur von der eigenthümlich riechenden Basis des mit Salpetersäure behandelten Guajaköls.

Die mit kohlensaurem Kalke von den Basen befreite wässrige Flüssigkeit enthält ein Kalksalz, das nicht krystallisirt, in Alkohol löslich ist und, durch Kleesäure zersetzt, ein unkrystallisirbares Extract giebt. Diess Extract vereinigt sich mit Metalloxyden zu Verbindungen, von denen nur die mit Blei und Silber unlöslich sind. Das Kalksalz ist, getrocknet, weiss und brüchig, leicht in Wasser löslich und zwar mit brauner Farbe, und bildet, mit Salpeter geglüht, viel schwefelsaures Kali. Der dem Extractivstoff ähnliche Körper ist also eine Verbindung der Schwefelsäure mit ei-

nem organischen Stoffe. Mit dem Eisenoxyde bildet dieser eine dunkelblaue Verbindung, die sich nach und nach an der Luft entfärbt. Mit der Hausenblase giebt er eine in Wasser lösliche Verbindung, die aber bei überschüssiger Hausenblase zum Theil, und zwar in Gestalt eines Harzes, herausfällt; letzteres ist schwarz und brüchig. Durch das Verhalten zum Leime und zum Eisenoxyde nähert sich dieser Körper dem Gerbestoffe. Mit Schwefelsäure gemischt und gelinde abgedampft, bildet er, wenn die Mischung dick geworden, einen rothen Farbestoff. Dieser Farbestoff giebt mit Metalloxyden in Wasser lösliche, braune Verbindungen, die nach dem Abdampfen schön roth aussehen; eben so giebt er mit dem Leime eine röthliche, in Wasser unauflösliche Verbindung. Mit Kalilauge gekocht, zersetzt er sich und bildet einen braunen extractivstoffartigen Körper, der den Leim nicht fällt und mit Erd- und Metallsalzen braune Niederschläge giebt. Dieser farbestoffartige Körper, in Wasser gelöst und der Luft ausgesetzt, verwandelt sich in einen braunröthlichen Körper, der in angesäuertem Wasser nicht löslich ist, wohl aber in reinem Wasser, und der beim Abdampfen seine Farbe nicht ändert und mit dem Eisen eine grüne, im Wasser lösliche Verbindung giebt.

III. *Die ätherischen Oele der Pflanzen.* Durch die Luft werden diese Oele bekanntlich gelb und dick. Hiebei bilden sich bei denen, die ich untersuchte, folgende Stoffe: *a*) ein schwerflüchtiges Oel von geringem Geruche, — *b*) ein in Kali lösliches Harz, — *c*) ein in Kali unlösliches Harz, — *d*) eine in Wasser nicht lösliche ölartige Säure, die einen süssen stechenden, eigenthümlichen Geruch besitzt, leichter als

Waſſer iſt, und ſich nicht ſo ſchnell in der kaliſchen Auflöſung zerſetzt, als die Brandſäure. Leitet man die Oele durch eine glühende Röhre, ſo bilden ſich dieſelben Producte, nur in gröſserer Menge. Vitriolöl wirkt auf die verſchiedenen Oele verſchiedenartig, wie man aus dem Nachſtehenden erſehen wird.

A. *Fenchelöl.* Dieſs wird durch engliſche Schwefelſäure leicht und vollſtändig aufgelöſt und bildet *a*) ein widerlich, nach Campher riechendes, leichtflüchtiges Oel; — *b*) ein nach Erdbeeren riechendes Oel, das überhaupt ſehr häufig bei der Einwirkung der Schwefelſäure auf ätheriſche Oele gebildet wird; — *c*) eine geringe Menge einer flüchtigen Säure, — *d*) einen grünlichen Körper, der in etwas concentrirter Schwefelſäure nicht löslich iſt, und harzartig ausgeſchieden wird.

Dieſer Körper wird mit grünlicher Farbe von reinem Waſſer aufgelöſt und giebt mit den Metalloxyden meiſt lösliche Verbindungen. Die mit Kalk iſt gelbbraun firniſsartig, in Waſſer leicht löslich und beſitzt einen herben zuſammenziehenden, hinterher ekelhaften Geſchmack. Mit Ammoniak verhält er ſich wie mit Kalk. Mit Eiſenoxyd giebt er eine weiſse unlösliche Verbindung, die bei der Siedhitze des Waſſers ſchmilzt, gelblich und durchſichtig wird. Mit den übrigen Metallen ſind die Verbindungen auflöslich. Endlich giebt dieſer Körper mit dem Leime eine harzige Verbindung, die nicht ſchwerlöslich in Waſſer iſt.

Läſst man die Löſung des Fenchelöls in Schwefelſäure in einem flachen Gefäſse ſtehen, ſo ſcheidet ſich ein talkartiger Körper ab, der das Hydrat eines Harzes iſt, welches ſich in Kali nicht, in Alkohol

schwer, und in Aether und Oelen leicht auflöst. Durch Erhitzen verliert es sein Wasser und wird durchsichtig und harzig; sobald es aber mit Wasser gekocht wird, verliert es seinen Zusammenhang und wird undurchsichtig und talkartig. Dieses Harz giebt bei der Destillation ein ätherisches Oel, das dem Fenchelöle sehr ähnlich riecht.

*Rosmarinöl* giebt, auf gleiche Weise behandelt, ähnliche Körper, doch eine grössere Menge von der ölartigen Säure, keinen Gerbestoff, sondern statt dessen ein leichtschmelzbares Harz, das nur in erhitzter englischer Schwefelsäure löslich ist. Gerbestoff wird nur beim Sieden des Vitriolöls mit dem Rosmarinöle gebildet.

B. *Terpentinöl.* An der Luft wird es nach einigen Wochen dick und enthält nun *a*) viel von einem in Kali auflöslichen bräunlichen Harze, — *b*) viel von einem in Kali nicht, wohl aber in Alkohol auflöslichen Halbharze, — *c*) ein wenig von der eigenthümlichen ätherischen Oelsäure.

Das Terpentinöl löst sich leicht und unter Erwärmung in englischer Schwefelsäure auf, bis auf eine geringe Menge, die ungelöst bleibt. Wenn die Erhitzung so viel wie möglich vermieden wird, bildet sich *a*) eine Menge eines nach Erdbeeren riechenden Oels, — *b*) eine Spur von flüchtiger Säure, — *c*) eine grosse Menge eines harzartigen Körpers, der bei gewöhnlicher Temperatur die Consistenz eines steifen Vogelleims hat, bei der Siedhitze des Wassers aber leichtflüssig ist, eine hellbraune Farbe besitzt, sich nicht in Kali und Alkohol löst, doch leicht in Aether, und sich nur äusserst schwer von einem ihm anhän-

genden ätheriſchen Oele und von dem nachfolgenden extractivſtoffartigen Körper befreien läſst. Dieſs gelingt durch wiederholtes Abdampfen mit Waſſer oder durch gelindes Schmelzen, wobei das ätheriſche Oel verjagt wird, und nachheriges Ausziehen mit Alkohol, welcher den extractivſtoffartigen Körper auflöſst, — *d*) eine groſse Menge des oben genannten extractivſtoffartigen Körpers, der durch geringe Mengen von freier Säure oder freiem Alkali aus ſeiner Löſung im Waſſer theerartig gefällt wird. Dieſer giebt mit dem Thierleime eine harzige, in Waſſer unlösliche Verbindung, ferner mit Baryt, Eiſenoxyd, Eiſenoxydul, Kupferoxyd, Silberoxyd harzartige blaſsgelbe Verbindungen, die ſehr wenig in Alkohol, aber leicht im Aether auflöslich ſind und für ſich in der Siedhitze des Waſſers durchſichtig werden; — endlich *e*) eine Spur eines in Kali löslichen Harzes.

Wenn man hingegen die Löſung des Terpentinöls in Schwefelſäure erhitzt, bis ſie die ſchöne rothbraune Farbe verliert, ſo hat ſich die ganze Maſſe in Gerbeſtoff umgewandelt, dem noch eine groſse Menge eines ſtark nach Erdbeeren riechenden Oels beigemengt iſt. Wenn man die braune Flüſſigkeit mit Waſſer miſcht und das Oel abdeſtillirt, ſo ſcheidet ſich aus der braungrünen Löſung ein ſchwarzer harzartiger Körper aus, der die eine Art des gebildeten Gerbeſtoffs iſt. Verſetzt man nun die übrige ſaure Flüſſigkeit mit Kupfervitriolauflöſung, ſo wird der Reſt des harzartigen Gerbeſtoffs in Verbindung mit Kupferoxyd herausgefällt.

Dieſer harzartige Gerbeſtoff iſt ſehr leicht und mit brauner Farbe in reinem Waſſer auflöslich. Er giebt

mit den Alkalien hellgefärbte, leichtlösliche, nicht krystallisirbare, hingegen mit den Erden und Metalloxyden unlösliche, zum Theil harzartige, Verbindungen. Mit der thierischen Gallerte giebt er eine harzartige, im siedenden Wasser ganz unlösliche, schwarze Verbindung, die im feuchten Zustande etwas zähe, wie Kleber, aber nach dem Trocknen hart und brüchig ist.

Der andere Gerbestoff ist ebenfalls leicht in Wasser löslich, sogar in stark saurem, und giebt keine harzartigen Verbindungen.

Es könnten hienach die ätherischen Oele in zwei Klassen getheilt werden, je nachdem sie, bei Behandlung mit englischer Schwefelsäure in der Kälte, entweder Gerbestoff oder harzartige Körper geben. Ueberdiess geben die durch trockne Destillation aus organischen Körpern gebildeten Oele, bei der Oxydation an der Luft, Brandsäuren, die nach der Natur der Körper, aus denen diese Oele erhalten werden, verschieden sind. Die ätherischen Oele, welche durch Destillation mit Wasser aus Pflanzenstoffen abgeschieden werden, verhalten sich anders.

Die Salpetersäure wirkt auf die ätherischen Oele, die ich mit derselben behandelte, wie auf das Guajaköl und erzeugt etwas Odorin.

Holz, Gummi, äpfelsaure Salze, essigsaures Kali, weinsteinsaure Salze, Harze u. s. w. geben bei der trocknen Destillation sämmtlich zwei Arten von ätherischen Oelen, mehrere Harze, Brandsäuren, die oft verschiedenartig sind, extractivstoffartige Körper und eine sehr geringe Menge von Odorin oder von der obigen Tabaksbase.

*Berichtigung.* Spätere Versuche haben den Verfasser gelehrt, dass es nur ein Gehalt von Bleioxyd war, der die Zinnasche des Odorin austreiben liess (S. 255 dies. Bandes).

# VIII.

## *Ueber Metallreductionen durch andere Metalle auf nassem Wege;*

vom

Hrn. Prof. Fischer in Breslau.

(Zweite Fortsetzung des in dies. Ann. Bd. IV. S. 291 Mitgetheilten. Die erste Fortsetzung findet sich im Bd. VI. S. 43 dies. Ann.)

### I. Silbersalze.

5. *Kohlensaures Silber.* Unter Wasser mit den Metallen in Berührung gesetzt, wird das Silber von eben den Metallen nur langsamer reducirt, von denen das schwefelsaure Silber reducirt wird, auch bleibt das kohlensaure Silber bei denjenigen Metallen unverändert, welche auf das schwefelsaure Salz nicht einwirken. Wismuth jedoch reducirt dieses Salz.

Ein ähnliches Verhalten zeigt phosphorsaures Silber, ein sehr verschiedenes hingegen

6. *chromsaures Silber.* Dieses Salz, welches im reinen Zustande vollkommen unauflöslich in Wasser ist, erleidet, wenn es unter Wasser mit den Metallen in Berührung gesetzt wird, unmittelbar keine Veränderung; nach längerer Zeit hingegen, und namentlich wenn die Metalle sich auf Kosten des Wassers oder der Luft zu oxydiren anfangen, wird es zersetzt. Durch Blei, Zinn und Eisen wird dann ein braunes schlammiges und bei den ersten Metallen etwas metallisch glänzendes, durch Zink ein schwarzbraunes dendritisches und durch Arsenik ein mehr grünes Pulver aus-

geschieden. Kadmium allein stellt das reine Silber dar. Kupfer und Quecksilber zeigen nass nach mehreren Wochen eine Einwirkung, die aber einzig und allein darin besteht, dass die Flüssigkeit, das Wasser, eine gelbe Farbe annimmt — was auch in allen Fällen Statt findet, in welchen eine Zersetzung bewirkt worden ist — ohne dass jedoch durch diese beiden Metalle ein Niederschlag bewirkt wird. Spiessglanz und Wismuth sind ohne Wirkung. Die angegebene verschiedene Beschaffenheit des ausgeschiedenen Pulvers beruht offenbar darauf, dass von den verschiedenen Metallen ausser dem Silberoxyde mehr oder weniger vollständig auch die Chromsäure reducirt worden ist, das ausgeschiedene Pulver beim Blei und Zinn enthält demnach neben dem Silber auch braunes Chromoxyd, das durch Arsenik dargestellte neben dem Silber grünes Chromoxydul. Hingegen Zink reducirt auch die Chromsäure vollständig und das Ausgeschiedene ist ein Gemenge von Silber und Chrom. Bei einigen enthält auch der Niederschlag die Verbindung der Chromsäure mit dem Oxyd des reducirenden Metalls, was bei Einwirkung des Bleies und wohl auch des Eisens der Fall zu seyn scheint. Merkwürdig ist die Beschaffenheit der Flüssigkeit, des Wassers, unter welchem eine solche Einwirkung Statt gefunden hat, dieses ist nämlich, wie angegeben, gelb gefärbt und reagirt selbst bei Einwirkung des Kupfers und des Quecksilbers deutlich als Chromsäure haltig auf essigsaures Blei ein, aber niemals zeigt sie Spuren von dem reducirenden Metalle aufgelöst und wirkt daher weder auf Schwefelwasserstoff, noch bei der Reduction durch Eisen und Kupfer auf blausaures Eisenkali.

Im Ammoniak aufgelöst, bringt Zinn, Eisen, Queckſilber keine Veränderung hervor. Zink und Kadmium wirken ſo, wie auf das Salz ſelbſt, nur ſchneller, durch das erſtere wird daher das dendritiſche dunkle Pulver, Silber und Chrom und durch das zweite reguliniſches Silber ausgeſchieden. Kupfer wirkt ſchnell ein und fällt ein graues Pulver, wohl ebenfalls Silber mit Chromoxyd. Blei reducirt anfangs bloſs Silber, dann aber ſcheidet es ein ſchwarzes dendritiſches Pulver ab, und da die Auflöſung zugleich entfärbt, wird ohne daſs chromſaures Blei gebildet wird, ſo zeigt dieſs an, daſs zugleich die Chromſäure reducirt wird. Wenn das Bleiſtäbchen ſo in die Flüſſigkeit geſtellt wird, daſs ein Theil daraus hervorragt, ſo legt ſich anfangs an dieſem Theile gebildetes chromſaures Blei an.

Auch hier findet man in allen den Fällen, in welchen eine Zerſetzung Statt gefunden und wobei nach kürzerer oder längerer Zeit alles Silber vollſtändig ausgeſchieden iſt, keine Spur von dem reducirenden Metalle aufgelöſt, es ſey denn, daſs die Flüſſigkeit viel freies Ammoniak enthält und das reducirende Metall im Zuſtande des Oxyds im Ammoniak auflöslich iſt.

Die Ergebniſſe über die Reduction der Silberſalze durch die verſchiedenen Metalle ſind folgende:

1. Queckſilber reducirt nur die auflöslichen Salze vollſtändig, auf die unauflöslichen wirkt es nur ſehr ſchwach ein, und auf die ammoniakaliſchen Doppelſalze gar nicht.

2. Kupfer reducirt wohl alle Salze, beſonders leicht beim Zuſatz von Ammoniak. Das chromſaure

Silber hingegen an sich nicht, sondern nur beim Zusatz von Ammoniak.

3. Wismuth reducirt ausser dem salpetersauren und kohlensauren Silber kein anderes Salz und auch bei diesen hört die Wirkung beim Zusatz von Ammoniak auf.

4. Spiesglanz verhält sich ziemlich wie Wismuth.

5. Blei reducirt alle Silbersalze, auch das Silberammoniak und die ammoniakalischen Silbersalze, nur ist bei diesen die Wirkung nicht so rasch, wie bei den einfachen Salzen.

6. Zinn reducirt das Silber aus allen Salzen, aus dem Hornsilber ausgenommen, auf welches es nur sehr langsam und nicht vollständig einwirkt, auf die ammoniakalische Auflösung des Silberoxyds wirkt es gar nicht ein, und von den mit Ammoniak versetzten Silbersalzen reducirt es nur das salpetersaure und in geringer Menge das Hornsilber.

7. Eisen reducirt alle Salze, das salpetersaure Silber ausgenommen, beim Vermischen mit Ammoniak hingegen ist es ohne alle Wirkung und eben so auf das Ammoniaksilber.

8. Zink reducirt ohne Ausnahme alle angeführte Verbindungen *).

*) Es ist daher ein Druckfehler, welchen ich gefälligst zu berichtigen bitte, wenn es in der ersten Fortsetzung dieses Aufsatzes, s. dies. Ann. J. 1826. St. 1. S. 47. Z. 15 v. o. bei der Auflösung des schwefels. Silbers im Ammoniak heisst: und Zink und Wismuth — ist ohne Wirkung, es muss Zinn heissen.

2. *Schwefelſaures Kupfer.* Dieſes verhält ſich ziemlich wie das ſalpeterſaure, nur mit dem Unterſchiede, daſs es vom Eiſen ſchnell zerſetzt wird, wobei ſich anfangs das Eiſen mit reinem metalliſchen Kupfer überzieht, ſpäter aber ein dunkelbraunes Pulver abſcheidet, eine Verbindung des Kupfers mit baſiſchem ſchwefelſauren Eiſenoxyd. Arſenik wirkt gar nicht ein und Blei nur ſehr ſchwach.

Das mit Ammoniak verſetzte unterſcheidet ſich von der ſalpeterſauren Verbindung, daſs es vom Arſenik vollkommen zerſetzt wird, indem ſich Scheelſches Grün bildet, daſs Kadmium nur eine ſehr unbedeutende Reduction, und zwar nur im Anfange, hervorbringt, daſs Zinn ohne Wirkung iſt und Blei nur langſam und wenig Kupfer reducirt.

3. *Salzſaures Kupfer.* Dieſes Salz, das einzige von allen, wird vollkommen von Wismuth zerſetzt, ohne daſs jedoch die geringſte Menge Kupfer reducirt wird. Vielmehr wirkt dieſes Metall in der Art ein, daſs es ſich mit einem Theile Salzſäure und Sauerſtoff oder mit einem Theile Chlor verbindet, wodurch das Kupferſalz (Doppelchlorkupfer) in ſalzſaures Kupferoxydul oder einfaches Chlorkupfer verwandelt wird, welches aus der Auflöſung niederfällt zugleich mit der gebildeten Wismuthverbindung. Daher färbt ſich bei dieſer Einwirkung die Kupferauflöſung anfangs dunkelgrün, dann braun, wobei ein weiſses Pulver niederfällt, welches beim Verdünnen mit Waſſer bedeutend vermehrt wird. Aehnlich wirkt Blei und, jedoch weit ſchwächer, Spieſsglanz und Arſenik; ja metalliſches Kupfer ſelbſt bringt in ſofern eine ähnliche Wirkung hervor, als es, bei hinreichend langer, Ein-

wirkung auf diese Auflösung, alles Kupferoxyd in basisches Salz verwandelt und daher aus der Flüssigkeit niederschlägt. Auch bei den übrigen Metallen, welche das Kupfer aus diesem Salze vollständig reduciren, erfolgt ebenfalls nach einiger Zeit die Bildung des salzsauren Kupferoxyduls, wie namentlich bei Kadmium, Zinn und selbst beim Eisen. Will man daher alles Kupfer metallisch ausscheiden, so muſs man von Zeit zu Zeit die Auflösung mit Waſser verdünnen.

Mit Ammoniak vermischt verhält es sich in der Art, daſs es vom Kadmium vollständig reducirt wird, eine geringe Menge fällt als basisches Kupfersalz nieder, daſs das Eisen nur einen Theil Kupfer reducirt, daſs vom Blei eine geringe Menge reducirt wird, vom Zinn hingegen gar keine Wirkung Statt findet, und eben so von Wismuth und Spieſsglanz.

4. *Kupferammoniak.* Diese Auflösung wird vom Eisen, obgleich nicht so vollkommen wie vom Zink, reducirt, wobei das Kupfer vollkommen metallisch sich darstellt. Kadmium, Arsenik und Zinn zersetzen zwar diese Verbindung, reduciren aber wenig, auch findet man nach langer Einwirkung noch Kupfer aufgelöst. Blei zeigt kaum Spuren von Reduction, ob es gleich sehr angegriffen, oxydirt, wird. Wismuth und Spieſsglanz sind ohne alle Wirkung.

Das Ergebniſs über die Reduction der Kupfersalze durch die mehr positiv elektrischen Metalle ist demnach folgendes.

1. Zink ist das einzige Metall, welches alle angeführten Verbindungen des Kupferoxyds sowohl mit Säuren als mit Ammoniak, als mit beiden zugleich vollständig reducirt.

2) Kadmium reducirt ebenfalls alle 3 Salze und das salpetersaure und salzsaure Kupferammoniak, auf das schwefelsaure Kupferammoniak und das reine Kupferammoniak wirkt es nur unbedeutend ein.

3. Eisen reducirt die 3 Kupfersalze, das neutrale salpetersaure erst nach einiger Zeit vollkommen, das Kupferammoniak hingegen und das salzsaure Kupferammoniak nur zum Theil, auf salpetersaures und schwefelsaures Kupferammoniak ist es ohne Wirkung.

4. Zinn reducirt die 3 Salze und zersetzt, ohne jedoch zu reduciren, das salpetersaure und salzsaure Kupferammoniak; auf einfaches und schwefelsaures Kupferammoniak ist es ohne Wirkung.

5. Blei reducirt schnell und vollständig salpetersaures Kupfer, nur zum Theil schwefelsaures, und zersetzt, ohne Reduction, das salzsaure, wobei das gebildete Hornblei mit einfachem Chlorkupfer oder basischem Kupfersalz niederfällt, auf Kupferammoniak und die Verbindungen von schwefelsaurem und salzsaurem Kupfer mit Ammoniak wirkt es nur im Anfange ein und überzieht sich mit Kupfer, auf salpetersaures Kupferammoniak hat es gar keine Wirkung. Man kann jedoch leicht getäuscht werden, indem am Blei sich ein blauer krystallinischer Körper anlegt, welcher jedoch nichts anderes, als eben salpetersaures Kupferammoniak ist. Das Blei hat nämlich die Eigenschaft, daſs aufgelöste Salze leicht daran krystallisiren, was, wie ich glaube, auch schon von Andern wohrgenommen worden ist.

6, Arsenik reducirt das Kupfer aus keiner Verbin-

dung. Ueberhaupt wirkt es auf die Kupferſalze nicht ein, ſehr unbedeutend auf ſalpeterſaures. Beim Kupferammoniak und den ammoniakaliſchen Kupferſalzen beſteht die Wirkung in der Ausſcheidung des Kupfers als Scheelſches Grün.

7. Wismuth zeigt keine Wirkung, ausgenommen daſs es das ſalzſaure Kupfer ziemlich ſchnell zerſetzt und Chlorwismuth mit Chlorkupfer niederſchlägt ohne eine Spur von Reduction.

8. Eben ſo verhält ſich Spieſsglanz.

### III. Wismuthſalze.

Bei der Wirkung der Metalle auf dieſe Salze findet kaum ein Unterſchied bei den verſchiedenen Säuren Statt. Die Verſuche ſind daher bloſs mit ſalpeterſaurem und ſalzſaurem Wismuthoxyd, beide durch überſchüſſige Säure aufgelöſt, angeſtellt worden. Die Ergebniſſe waren:

Das Wismuth wird aus beiden Salzen ſchnell und vollſtändig reducirt durch Zink, Kadmium, Zinn und Eiſen; dabei erfolgt nach einiger Zeit, wenn nämlich die freie Säure durch das reducirende Metall geſättigt iſt, die Ausſcheidung des neutralen Wismuthſalzes, welches jedoch in der Folge ebenfalls, obgleich ſehr langſam, reducirt wird, ſchneller wenn von Neuem Säure zugeſetzt wird. Das reducirte Metall erſcheint immer als ein graues oder ſchwarzes dendritiſches Pulver ohne allen Metallglanz, ausgenommen im Anfange beim Eiſen. Bei Einwirkung des Zinns und des Eiſens geht die Reduction ſehr ruhig und ohne Luftentwicklung von Statten. Beim Zink und Kadmium hingegen iſt die Einwirkung ſehr hef-

tig mit vieler Luftentwicklung und bedeutender Erwärmung verbunden. *Blei* bewirkt zwar im Anfange ebenfalls Reduction, aber sie hört bald auf. *Kupfer* ist auf die Wismuthsalze *ohne Wirkung*, nur wird es von der freien Säure der Auflösung angegriffen, aufgelöst und von dem nach Sättigung der freien Säure *niederfallenden neutralen Wismuthsalze* mit einem grauweißen krystallinischen Pulver überzogen. Man kann daher leicht getäuscht werden und eine Reduction wahrzunehmen glauben, wie auch in der That die Angabe in allen Lehrbüchern lautet *). *Spiess-*

*) Es könnte auffallen, dass dieser Irrthum, wahrscheinlich von Bergmanns Stellung der beiden Metalle in seiner Verwandtschaftstabelle herrührend, in allen Lehrbüchern und selbst in das neueste von Berzelius aufgenommen worden ist, da doch das Kupfer mehr negativ elektrisch als das Wismuth, und es doch allgemeines Gesetz bei der Reduction der Metalle ist, dass das reducirende mehr positiv als das aufgelöste seyn muss. Es verliert jedoch alles Auffallende, wenn man bedenkt, dass die elektrische Stellung bei manchen Metallen noch nicht sicher ausgemittelt worden ist, ja dass sogar die Ergebnisse, welche hierüber das Elektrometer darstellt, nicht selten denen widersprechen, welche durch das Froschpräparat erhalten worden sind, und dass besonders bei Einwirkung auf flüssige Metallsalze leicht Umstände eintreten können, wodurch Wirkungen hervorgebracht werden, welche der elektrischen Stellung des aufgelösten zu dem in die Auflösung gestellten festen Metalle entgegengesetzt sind; wie ich im Verfolge dieser Untersuchung durch mehrere Beispiele zeigen werde, und die selbst in den bisherigen Angaben vorkommen.

In Hinsicht des Verhaltens vom Kupfer zu den Wismuthsalzen verdient noch erwähnt zu werden, dass Pott in seinem 1759 erschienenen Observ. chymic. in der Abhandlung *de Wis-*

*glanz* ist ebenfalls ohne Wirkung, die angegebne des Kupfers ausgenommen, und Arsenik bringt nicht die geringste Veränderung hervor.

IV. Reduction des Spiesglanzes.

Diese Versuche sind einzig und allein mit der Spiesglanzbutter angestellt worden, welche jedoch, da sie in reinem gesättigten Zustande kaum zersetzt werden kann, mit etwas Salzsäure verdünnt worden ist.

Die Ergebnisse waren ganz gleich denen der Wismuthauflösung, d. h. das Spiesglanz wurde ebenfalls durch *Zink*, *Kadmium*, *Zinn* und *Eisen* reducirt und zwar auch in Gestalt eines schwarzen dendritischen Pulvers, und eben so findet auch hier, nachdem das reducirende Metall eine Zeit lang eingewirkt hat, die Ausscheidung eines weissen Pulvers, basisches Salz, (Algaroth-Pulver) Statt, aus welchem, durch längere Einwirkung, alles Metall regulinisch dargestellt wird. *Blei*, *Kupfer* und *Arsenik* zeigen dasselbe Verhalten wie zum Wismuthsalze. *Wismuth* verhält sich wie das Blei, d. h. es reducirt anfangs etwas Spiesglanz.

*mutho* p. 160 das Kupfer zu den Körpern zählt, welche das Wismuthsalz nicht präcipitiren.

## IX.

## *Mineralogische Untersuchung des russischen Platinsandes;*

von

August Breithaupt.

Durch einen Russen, Herrn Schwetsow, kam die hiesige Bergakademie in den Besitz einer Partie *Platin*-Sandes, ausgewaschen aus dem Sande von *Nijnotaguilsk* im Gouvernement *Perme*, namentlich an den Stellen gefunden, wo der Sand besonders eisenschüssig ist. Da, wo dieser reiner und quarziger ist, wird hauptsächlich das gediegene Gold gefunden, und zwar von einer Reinheit, als ich kein schöneres Waschgold noch gesehen habe.

Der Platin-Sand kam mir schon nach einem flüchtigen Blicke als aus verschiedenartigen Körnern bestehend vor. Ich sonderte nun alles für's Auge Ungleiche und erkannte folgende Mineralien: 1) *Platin*, 2) *Gold*, 3) *Iridosmin* (Osmium-Iridium), 4) *silberweisse platte Körner*, 5) *Iserin* oder *magnetischen Eisensand.*

Allen diesen Körnern sieht man es an, dass sie gar nicht, oder nicht weit fortgerollt seyn können, und also wohl ziemlich nahe an dem Orte ihrer Erzeugung gefunden werden. Ja manche Körner sind sehr scharfkantig und zackig odermit Spitz en besetzt.

I. *Platin-Körner.* Ich hatte diese von den so kleinen Iserin-Körnern durch den Magnet zu trennen gesucht und dabei zu meinem Erstaunen wahrge-

nommen, daſs ſich nicht allein die Iſerin-, ſondern auch viele Platin-Körner anhingen. Um bei dieſen den manchmal ſehr ſchwachen Magnetism zu erprüfen, legte ich die Körner auf eine etwas geneigte polirte Stahlplatte und ſortirte nun mit dem Magnetſtahle auch diejenigen Körner, welche ſchwächern Magnetism hatten. Als auf dieſe mühſame Weiſe jedes Korn einzeln geprüſt war, gab ſich wieder eine intereſſante Erſcheinung zu erkennen, nämlich *Kryſtalle des Platins*, welche ſowohl dem eigenthümlichen, als dem magnetiſchen zukommen, und bis jetzt meines Wiſſens noch nie beobachtet wurden *). Auch ergab ſich nach äuſseren Kennzeichen ſolche Verſchiedenheit des Platins, daſs ich wenigſtens vorläufig *zwei Spezien* deſſelben annehmen darf.

Erſte Spezies: *Platin.* Es iſt ganz identiſch mit dem von Herrn von Humboldt aus Amerika gebrachten, beſitzt

die eigenthümlich lichtegraue Farbe, die ich *platingrau* nenne, da ſie weſentlich von dem Stahlgrauen abweicht. An concaven Stellen bemerkt man gewöhnlich einen gelblichen Beſchlag.

*) Hr. G. W. Sowerby fand indeſs ſchon unter einem (wahrſcheinlich amerikaniſchen) Platinerze, kleine Körner von blättriger Structur und einer deutlichen Theilbarkeit, von denen eins die Winkel eines Octaëders zeigte. Muthmaſslich war dieſs ein reguläres Octaëder, doch iſt nichts Beſtimmtes darüber geſagt (Annals of Philosophy T. XVI. p. 233). — Ferner erhielt Hr. Prof. Freyſsmuth in Prag, als derſelbe eine Platinlöſung durch metalliſches Eiſen fällte, den Niederſchlag, da er viel Eiſen enthielt, wieder in Königswaſſer löſte, die Flüſſigkeit verdampfte und den Rückſtand heftig glühte, als Product auſser Eiſenoxyd, kleine Gruppen von oft ein Viertel Zoll langen dünnen vierſeitigen, prismatiſchen Kryſtallen von metalliſchem Platin. Ob ſpäterhin die Kryſtalle eigends unterſucht und ihre Form genau beſtimmt worden, iſt mir indeſs nicht bekannt. Die gegenwärtige Notiz findet ſich im N. Journ. d. Pharmacie von Trommsdorff. Bd. 2. St. 2. S. 431. (*P.*)

Die *Körner* sind *eckig* und *zackig*, seltner *stumpfkantig*, und (wenn dieser Ausdruck hier erlaubt ist) ohne Politur, die *Krystalle* sind *Hexaëder*, gewöhnlich auf die Art gruppirt, wie beim Silberglanze. An einigen so ausgelesenen Krystallen konnte ich keine anderen Flächen bemerken, als die hexaëdrischen, diese aber immer spiegelnd. Die Hexaëder sitzen fast stets an jenen Körnern. Die Härte ist = 7 bis 8. Es ist vollkommen geschmeidig.

Das specifische Gewicht fand ich wie folgt, und wobei ich des bessern Vergleichs wegen auch die Gewichte einiger amerikanischen Stücke beifüge.

16,914 ein grosses amerikanisches Stück aus dem Wernerschen Museum,
17,091 ein desgl., daher.
17,108 Zehn kleine Körner }
17,119 die krystallisirten Partieen } russisch.
17,608 die zwei gröfsten Körner }

Es ist übrigens bekannt genug, daſs das natürliche Platin stets geringeres Gewicht hat, als das künstlich dargestellte, chemisch reine.

Zweite Spezies: *Eisenplatin.* Die Farbe ist *platingrau*, jedoch nur um etwas dunkler, als bei der vorigen Spezies. In den Vertiefungen der Gestalten fast stets dunkelbraun bis schwarz angelaufen, wie das Meteor-Eisen.

*Körner* und *Krystalle ganz von der Beschaffenheit der vorigen Spezies.* Härte 8 bis 8,5. Geschmeidig, doch bei fortgesetztem Hämmern bald zerberstend.

Specifisches Gewicht = 14,666 einundzwanzig kleine Körner,
14,831 drei gröfsere,
15,790 das gröfste.

Schwach bis stark magnetisch, und zwar nicht allein retractorisch, sondern auch in einigen Körnern selbst attractorisch.

Besonders wegen des geringern Grades der Geschmeidigkeit und des Gewichts halte ich diese Spezies für eine besondere. Herr B. C. Rath Lampadius hat übrigens schon ziemlich viel Eisen aus einer Partie, welche noch der chemischen Zersetzung unterworfen ist, ausgezogen.

II. *Gold*. Nur sehr wenige Körner davon fand ich in dem Platin-Sand und davon theils wirklich *goldgelbes*, theils *graugelbes*, welches, zu dünnen Blättchen geschlagen dieselbe graugelbe Farbe beibehielt. Es fragt sich daher, ob nicht etwa Werners graugelbes Gold eine eigne mit Platin gemischte Spezies ausmache? Ich habe davon nur 3 kleine Körner aufgefunden, zu wenig, um damit etwas unternehmen zu können.

III. *Iridosmin*. Von dieser Spezies, welche eine Mischung aus Iridium und Osmium ist, bestehen sehr abweichende Charakteristiken, deshalb die folgende nicht überflüssig seyn möchte.

Die Farbe ist keine stahlgraue, wie man gewöhnlich angiebt, sondern ein Mittel zwischen weisslich und gemein *bleigrau*.

Die Krystallform — ich sah sie nur an zwei Individuen — das *hexagonale Prisma*, doch nur niedrig tafelartig. In der basischen Richtung deutlich blättrig. Daher mögen auch die meisten *Körner* das ihnen fast immer eigne *plattenförmige* Ansehen haben. Nur wenige sah ich eckig und zackig. Die Spaltungsrichtung ist jedoch nicht leicht zu erhalten, was von der Zähigkeit herrührt, welche dem Mineral, wenn schon in geringem Grade, zukommt.

Die Härte ist 8 bis 8,75. Die Dehnbarkeit gering.

[illegible] Ein[illegible] [illegible] Hauptmassen [illegible]

Das specifische Gewicht fand ich:

17,969 von wenigen Körnern, die Eigenthum der königl. Bergakademie sind.

18,71 einer ausgesuchteren Partie Körner, [illegible] vom Herrn Kabinetsrath Meyer zu Dresden.

Es wäre sehr interessant, wenn [illegible] Iridium und Osmium [illegible] Jedoch wäre die Wahrscheinlichkeit noch höheres specifisches Gewicht [illegible] als das Platin, und dürfte eine tessulare Krystallisation annehmen. Das Osmium [illegible] scheint ganz in die Reihe der elektronegativen Metalle zu gehören, welche hexagonale Krystallisation besitzen, wie Antimon, Tellur und Arsenik. [illegible] ist wohl [illegible] ähnliche Verbindung.

IV. *Silberweiße platte Körner.* Davon habe ich nur drei aufgefunden, die dem gediegenen Silber ähnlich sahen. Die specifische Gewichtsbestimmung, obwohl sie nur ein ungefähres Resultat gab, nämlich ein Gewicht von 12 bis 13, zeigte jedoch, daß es kein Silber seyn könne. Vielleicht ist es Palladium.

*Schlußbemerkung.* In der Partie Platin-Sand, welche ich untersuchte, war die größere Hälfte Eisen-platin, die kleinere wirkliches Platin. Die übrigen Körner betrugen zusammen etwa $\frac{1}{100}$ der Masse. Ganz anders verhielt sich die vom Hrn. Kabinetsrath Meyer mitgetheilte Partie, in welcher Iridosmium wohl $\frac{1}{2}$, eigentliches Platin nur $\frac{1}{4}$ des Ganzen ausmachte, und beinahe nichts von Eisenplatin darin befindlich war.

Einige ſchwarze Körner zeigten ſich ebenfalls als Irid-osmin, nur an der Oberfläche ſchwarz angelaufen. Zwei Körner ſchienen Glanzeiſenerz zu ſeyn.

Dieſe Unterſuchungen werden gewiſs veranlaſſen, das nun mehr und mehr in Handel kommende ruſſiſche Platin weiter zu prüfen. Vielleicht finden ſich noch andere unvermuthete Mineralien dabei.

---

## X.

## *Unterſuchung der ruſſiſchen Platina;*

von

CH. OSANN, Profeſſor in Dorpat.

---

Das auf dem Ural ſich befindende Platinaerz iſt von gröſserer Mannichfaltigkeit, als das amerikaniſche. Ich beſitze jetzt ſchon von daher vier weſentlich von einander verſchiedene Sorten, und wie ich erfahren habe, giebt es auſser dieſen noch mehrere. Eine davon, welche in gröſster Menge daſelbſt vorzukommen ſcheint, iſt in Petersburg in der Münze käuflich. Sie beſteht aus Körnern von verſchiedener Art. Mit dem Magnet laſſen ſich kleine Körner ausziehen, welche den, auf gleiche Weiſe aus dem braſilianiſchen Platin, ausziehbaren dem äuſsern Anſehen nach gleichen. Die übrigen beſtehen aus bleigrauen helleren und dunkleren Körnern von verſchiedener, meiſt runder Geſtalt, von denen die gröſsten ungefähr eine Linie im Durchmeſſer haben mögen. Aus ihnen können noch einige Körner von goldgelber Farbe und

kleine platte, stark metallisch glänzende Körner ausgesucht werden.

Laugier hat zwei Proben des russischen Platinerzes untersucht *). Die eine, bestehend aus kleinen graulich-weissen Blättchen, welche dem Platina von Choco glichen, löste sich bis auf $\frac{1}{20}$ von dem Gewichte der angewandten Menge auf. Der Rückstand bestand aus kleinen weissen metallisch glänzenden Blättchen. Die Auflösung enthielt Platin, Eisen, Rhodium und Spuren von Kupfer, Iridium und Osmium. Er erhielt dabei einen Verlust von $\frac{1}{7}$ der angewandten Menge. Die zweite Sorte, welche aus Körnern von der Grösse starker abgeplatteter Nadelköpfe von grauer Farbe bestand, löste sich zum Theil auf. Der Rückstand, welcher den vierten Theil der angewandten Menge ausmachte, bestand aus stark metallisch glänzenden Blättchen. Diese sollen hauptsächlich aus Iridium und Osmium bestehen, und ausserdem noch Spuren von Titan und Chrom enthalten. In der Auflösung fand er Platin, Eisen, Kupfer und Spuren von Iridium. Von Palladium konnte er weder in der einen noch in der anderen Sorte eine Spur entdecken.

Zu meiner Analyse wandte ich die in grösster Menge sich bei dem käuflichen Platinerz vorfindenden Körner von bleigrauer Farbe an. 1,2060 Grm. wurden davon abgewogen und in einer Retorte mit einem Gemisch von 1 Thl. Salpetersäure und 2 Thl. Salzsäure übergossen. Der Retorte war eine Vorlage vorgegeben, in welcher sich gebrannter Kalk befand. Sie wurde in einer Sandkapelle der Einwirkung mässiger

*) Man vergleiche diese Ann. Bd. 83. S. 517. (P.)

Wärme ausgesetzt. Nach Verlauf von 6 Tagen, während welcher Zeit die verdunstete Salpetersäure öfters durch neue ersetzt worden war, hatte sich das Platin bis auf einen ganz unbedeutenden Rückstand aufgelöst. Um die Auflösung säurefrei zu erhalten, wurde mit der Digestion fortgefahren und die verdunstete Säure durch Wasser ersetzt, bis die übergehende Flüssigkeit keine saure Reaction mehr wahrnehmen liess. Die Auflösung filtrirt, gab als unauflöslichen Rückstand 1,3 Millegr. Unter der Loupe betrachtet, fand sich, dass er aus kleinen, stark metallisch glänzenden Blättchen, kleinen, den Hyacinthen ähnlichen, Körnern und weissen erdigen Körnern bestand. Das Filtrat wurde nun mit einer Auflösung von Cyanquecksilber vermischt, wodurch sich sogleich reingelbe Flokken fällten, welche abfiltrirt und in der Hitze zersetzt 19,8 Millegr. Palladium gaben. Bei einer anderen Analyse derselben Sorte erhielt ich von 1,3115 Grm. angewandten Platinerz 19.9 Millegr. Palladium, eine Gewichtsmenge, welche sich noch nicht um $\frac{1}{10}$ Proc. von der vorigen unterscheidet.

Ich bemerke hierbei, dass man zur Fällung des Palladiums eine kalt bereitete Auflösung des Cyanquecksilbers in Wasser anwenden muss. Löst man Cyanquecksilber in heissem Wasser auf, so zersetzt es sich und man erhält bei der Fällung nicht bloss Cyanpalladium. Dasselbe geschieht, wenn man die mit Cyanquecksilber gefällte Flüssigkeit nach gewohnter Methode zur besseren Absonderung des Niederschlags der Ofenwärme aussetzt. Fügt man unaufgelöstes Cyanquecksilber der Auflösung zu, so umziehen sich

die gröſseren Stücke mit einem blauen Ueberzuge von Cyaneiſen und verunreinigen den Niederſchlag.

Zu dem Filtrat Salmiak geſetzt, fällte ſich die Flüſſigkeit zu einem gelben, etwas ins Orange gehenden, Niederſchlage, welcher durch Wärme zerſetzt 946,6 Milligr. Platin im fein zertheilten Zuſtande gab. Das Filtrat mit Ammoniak geſättigt, fällte einen rothen, dem Eiſenoxyd ähnlichen, Niederſchlag. Er wurde getrocknet, in einen Porcellantiegel gethan und einer anhaltenden Weiſsglühhitze ausgeſetzt. Hierauf wurde er mehrere Tage lang mit Salzſäure digerirt. Es hatte ſich nur wenig aufgelöſt; es wurde von dem Unaufgelöſten durch Filtration getrennt. Das Filtrat mit Ammoniak verſetzt, gab 20,1 Milligr. Eiſenoxyd. Der Rückſtand wurde anhaltend mit Salpeterſalzſäure behandelt und hierauf filtrirt. Das Unaufgelöſte war ein feines ſchwarzes Pulver, welches nach ſeinem phyſiſchen Verhalten, ſo wie nach der Unauflöslichkeit deſſelben in Salpeterſalzſäure, zu ſchlieſsen, Rhodium war. Das Gewicht deſſelben betrug 135,4 Milligr.

Die Auflöſung in Salpeterſalzſäure mit Salmiak verſetzt, zur Trockne abgedampft und zerſetzt, gab 10,0 Platinſchwamm. Die Flüſſigkeit, welche nach Fällung der ſalpeterſalzſauren Auflöſung mit Ammoniak durch Filtration erhalten worden war, wurde zur trocknen Salzmaſſe abgedampft, dieſe in eine Retorte gethan und durch Hitze zerſetzt. Hierauf wurde Waſſer in die Retorte gegoſſen, das Auflösliche aufgelöſt und von dem Unauflöslichen durch Filtration getrennt. Dieſes war Schwammplatin, welches, nachdem es mit Salzſäure digerirt worden war, ein Gewicht von 4,9 Milligr. hatte. Die ſalzſaure Auflöſung

wurde zu dem Filtrat gegossen. Zu diesem Chlorbarium gesetzt, fällte etwas schwefelsauren Baryt, welcher getrocknet und gewogen 10,8 Milligr. betrug. Das Filtrat mit kohlensaurem Kali versetzt, fällte einen weissen ins Röthliche gehenden Niederschlag, welcher sich mir bei fernerer Behandlung als Quecksilberchlorammonium vermengt mit einer nicht zu wägenden Menge Platinschwamm ergab. Es rührte diess offenbar von der zur Fällung des Palladiums etwas im Ueberschuss zugesetzten Menge Cyanquecksilber her. Die Flüssigkeit von dem weissen Niederschlag filtrirt, wurde abgedampft; es schieden sich beim Erkalten kubische Krystalle von Iridium haltigem Platinsalmiak aus. Die Auflösung wurde jetzt völlig abgedampft und die Salzmasse in der Hitze zersetzt. Der Rückstand wurde nun mit Salzsäure digerirt und der von der Flüssigkeit getrennte Platinschwamm gewogen. Das Gewicht desselben betrug 13,7 Milligr. Die salzsaure Auflösung mit Ammoniak versetzt, färbte sich bläulich. Sie wurde mit Schwefelammonium gefällt. Das erhaltene Schwefelkupfer wurde in einer Glasröhre von dem überschüssigen Schwefel durch Erhitzen über der Flamme einer Weingeistlampe getrennt und als einfaches Schwefelkupfer in Rechnung gebracht. Hiernach berechnet, betrug das Gewicht 24,5 Milligr.

Die in die Vorlage übergegangene Flüssigkeit hatte den darin sich befindenden Kalk völlig aufgelöst und reagirte sauer. Auf dem Boden des Gefässes hatte sich eine geringe Menge von Gyps abgesetzt, welcher, abfiltrirt und getrocknet, ein Gewicht von 11,7 Milligr. hatte. Bei der Sättigung der Flüssigkeit mit Kalkwas-

die stillten sich bräunliche Flocken. Ich hielt sie anfänglich für osmiumsauren Kalk; nachdem es mir jedoch nicht gelungen war, Osmium daraus darzustellen, fand ich, dass diese Flocken sich sowohl vor dem Löthrohre, als auch gegen andere Reagentien, wie Eisenoxyd verhielten. Da ich die völlige Gewissheit habe, dass auf mechanische Weise kein Eisenoxyd in die Vorlage übergeführt worden war, so muss die Salpetersalzsäure die Eigenschaft haben, sich mit einer geringen Menge Eisenoxyd verflüchtigen zu können. Auf ein Filtrum genommen und gewogen, betrug das Gewicht desselben 22 Milligr. Das Filtrat wurde in eine Retorte gegeben und über die Hälfte davon abdestillirt. Das Destillat, mit Galläpfeltinktur versetzt, zeigte keine Spur von Osmium. Die in der Retorte befindliche Flüssigkeit wurde mit Chlorbarium versetzt und der erhaltene Niederschlag von schwefelsaurem Baryt getrocknet und gewogen. Das Gewicht betrug 40 Milligr.

Nach dieser Analyse ist die Zusammensetzung des russischen Platins folgende:

| | | In Procent. |
|---|---|---|
| Unauflöslicher Rückstand | 0,0013 | 0,11 |
| Palladium | 0,0198 | 1,64 |
| Rhodium | 0,1354 | 11,07 |
| Platin | 0,9752 | 80,87 |
| Kupfer | 0,0245 | 2,05 |
| Eisen | 0,0279 | 2,30 |
| Schwefel | 0,0095 | 0,79 |
| Spur von Iridium | | |
| | 1,1936 | 98,83 |

Eine Untersuchung des unauflöslichen Rückstandes habe ich begonnen, ich bin jedoch noch nicht so weit vorgerückt, dass ich mit Gewissheit etwas darüber mittheilen könnte. So wie diess der Fall seyn wird, werde ich meine Erfahrungen bekannt machen.

(Fortsetzung in einem der nächsten Hefte.)

## XI. *Notiz über eine merkwürdige Varietät des Boracit's; von Wilhelm Haidinger.* (Aus dem Edinb. Journ. of Science Vol. III. p. 1[illegible])

Eine sehr interessante Varietät des Boracit's, [illegible]lich bei *Lüneburg* in Krystallen gefunden worden, deren Form (nach einer Handzeichnung des Verfassers) in Fig. VII. Taf. II (im vorigen Hefte) abgebildet ist. Das Exemplar verdanke ich dem Dr. Turner, welcher es vom Professor Stromeyer in Göttingen erhalten hatte. Die Krystalle sitzen in einem Gemenge von Gyps und Anhydrit, die beide, besonders aber der letztere, in Drüsenräumen krystallisirt und durch den ganzen Fels verbreitet angetroffen werden. Im Allgemeinen zeigen die Krystalle eine Combination vom Hexaëder, Octaëder und Dodecaëder, in welcher die Flächen des Octaëders vorwalten. Die kleinen dreiseitigen Flächen $x, x$ u. s. w. würden bei hinlänglicher Vergröſserung ein Trigonal-Icositetraëder bilden, das im Hauptansehen dem Tetraëder gliche. Diese Form, welche schon Romé de l'Isle beschrieben und abgebildet hat *), scheint bei den Varietäten des Boracit's zuerst von Breithaupt **) beobachtet worden zu seyn; Haüy's *variété plagièdre* ***) enthält von derselben einige Flächen, und ist auch so von

*) Traité de Crystallograph. Pl. I. Fig. 25.

**) Schriften der mineralogischen Gesellschaft zu Dresden. Thl. I.

***) Traité de Minéralog. 2de Ed. T. II. p. 59. Die 106te Figur zeigt irrigerweise 48 statt 24 Flächen.

Mohs *) aufgeführt worden. Man hat jedoch allgemein angenommen, daſs ſie die dritte von denjenigen Formen ſey, die ſich im *Grundriſs der Mineralogie* vom Profeſſ. Mohs **) beſchrieben findet, bei welcher die Neigung von $x$ zu $x$ über die Kante zwiſchen $P$ und $s = 162°\ 14'\ 50''$ und die über die Kante zwiſchen $P$ und $n = 144°\ 2'\ 58''$ beträgt. In dieſem Falle würde die Combinationskante zwiſchen $x'$ und $s$ nicht parallel ſeyn der Kante zwiſchen $s$ und $x''$, wie ſie doch in Wirklichkeit iſt. Eben ſo zeigt die unmittelbare Meſſung mit dem Reflexionsgoniometer, daſs jene beiden Neigungen einander faſt gleich und ſehr nahe $= 152°\ 20'\ 22''$ ſind, welches der Winkel an der zweiten von Mohs beſchriebenen Varietät iſt ***). Die Lage einer jeden Fläche dieſer Form iſt alſo die nämliche, wie die einer Fläche des Tetragonal-Icoſitetraëders $n$, das Haüy †) in dem hexaëdriſchen Eiſenkies, in der von ihm *parallélique* genannten Varietät, zuerſt nachgewieſen hat; während nach ſeiner Bezeichnung die Flächen $x$ im Boracit eine gleiche Lage mit den Flächen haben würden, die in der nämlichen Varietät des Eiſenkieſes mit $s$ und $o$ bezeichnet ſind. Die Neigung von $x$ gegen das anliegende $x$ beträgt $122°\ 52'\ 42''$.

*) Grundriſs der Mineralogie, Bd. II. S. 400.

**) Ebendaſelbſt, Bd. I. S. 79.

***) Das Zeichen dieſer Flächen iſt, nach der Methode des Prof. Weiſs, $= [a : \frac{1}{3}a : \frac{2}{5}a]$, in dem zuerſt genannten Falle würde es $= [a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a]$ geweſen ſeyn. *P.*

†) Tableau comparatif. p. 69.

## XII. *Ueber das wolframsaure Blei; vom Hrn. A. Levy* *).

Unter dem wolframsauren Blei in Hrn. Turner's Sammlung befindet sich ein Exemplar mit sehr deutlichen Krystallen von der in Fig. VIII. Taf. II (des vorigen Heftes) abgebildeten Form. Diese Krystalle sind weiss, durchsichtig, in der Richtung der Axe verlängert, und parallel den Flächen $b'$, so wie, in einer auf der Axe senkrechten Richtung leicht zu spalten. Die Winkel unter den Flächen, sowohl den natürlichen als auch denen der Theilbarkeit, lassen sich leicht mit dem Reflexionsgoniometer messen, und sind folgende:

| (in den Endkanten) | (in den Seitenkanten) | |
|---|---|---|
| $b' : b' = 99° 43'$ | $b' : b' = 131° 30'$ | $m : b' = 115° 45'$ |
| $a^2 : a^2 = 106° 47'$ | $a^2 : a^2 = 115° 0'$ **) | $m : a^2 = 126° 57'$ |
| $b^{\frac{1}{2}} : b^{\frac{1}{2}} = 92° 46'$ | $b^{\frac{1}{2}} : b^{\frac{1}{2}} = 154° 36'$ | $m : b^{\frac{1}{2}} = 167° 18'$ ***) |

Einigen Krystallen fehlen die Flächen $b^{\frac{1}{2}}$, während andere bloss aus diesen gebildet sind und als sehr scharfe, zuweilen keilförmige, Octaëder erscheinen Ich habe auch gefunden, dass die sehr kleinen weissen Krystalle, deren Bournon erwähnt und die zuweilen das molybdänsaure Blei begleiten, eine der eben genannten Formen besitzen und, so weit ich es ausmitteln

*) Aus den Annals of Philosoph. N. S. T. XII. p. 364.

**) Im Originale steht fälschlich 65°, was hier berichtigt ist, wo auch zur Verhütung von Missverständnissen die Winkel in den Endkanten von denen in den Seitenkanten unterschieden sind. *P.*

***) In der Methode des Hrn. Prof. Weiss sind die Zeichen der Flächen folgende: $b' = [a : a : c]$; $b^{\frac{1}{2}} = [2a : 2a : c]$; $m = [a : a : \infty c]$; $a^2 = [a : \infty a : c]$. *P.*

kannte, sehr nahe die nämlichen Winkel. Diese sind also sehr wahrscheinlich wolframsaures Blei.

Es überraschte mich sehr, dass die Winkel fast genau dieselben waren, wie beim molybdänsauren Blei. Nur hinsichtlich der Theilbarkeit schien es mir, dass das wolframsaure Blei sich leichter senkrecht gegen die Axe spalten liesse, als das molybdänsaure. Wegen dieser Aehnlichkeit im krystallographischen Charakter, ersuchte ich vor ungefähr zwei Jahren Hrn. Children, die Substanz einer chemischen Untersuchung zu unterwerfen, um auszumitteln, ob sie nicht etwa unrichtig benannt worden und vielleicht nur molybdänsaures Blei wäre. Die zur Untersuchung angewandte Menge war indess so gering, dass er kein entscheidendes Resultat erhalten konnte, daher ich denn, der folgenden Betrachtungen wegen, diese Exemplare in der Sammlung von dem molybdänsauren Blei trennte und unter dem Namen wolframsaures Blei bei Seite legte.

Ich bemerkte darauf, dass die Winkel beim molybdänsauren Blei nahe dieselben waren, wie beim wolframsauren Kalk; auch schien es mir aus der grossen Aehnlichkeit in der Form, Zwillingsbildung und Theilbarkeit, so wie aus der nahen Gleichheit der Winkel beim kohlensauren Blei und Arragonit, beim phosphorsauren Blei und phosphorsauren Kalk, dass (um mit Prof. Mitscherlich zu reden) Blei und Kalk isomorphe Basen wären. Es liess sich also erwarten, dass das wolframsaure Blei nahe dieselben Winkel haben würde, wie der wolframsaure Kalk, und also auch dieselben, wie das molybdänsaure Blei. Es lässt sich also aus dem Vorhergehenden schliessen,

dafs auch Molybdänfäure und Wolframfäure ifomorph find, oder dafs zwifchen diefen Säuren diefelbe Aehnlichkeit da ift, wie zwifchen Phosphor- und Arfenik-Säure *). Um diefes Refultat auf eine gröfsere Zahl von Thatfachen ftützen zu können, fuchte ich mir im vorigen Jahre mehrere künftliche molybdänfaure und wolframfaure Salze zu verfchaffen; aber Hr. Faraday, an den ich mich wandte, fagte mir, dafs es fehr fchwer hielte, diefelben im kryftallifirten Zuftande zu erhalten. Indefs war Hr. Brooke fo gütig, mir vor wenigen Tagen einige Meffungen zu zeigen, die derfelbe an kleinen Kryftallen diefes Minerals gemacht hatte, doch ohne zu bemerken, dafs fie nahe denen am molybdänfauren Blei gleich kamen; wie ich glaube beftätigen diefe das, was ich zuvor gefunden, und rechtfertigen den daraus gezogenen Schlufs.

Aufser diefen neuen Beifpielen von Ifomorphie bin ich oft mit der Unterfuchung einer Klaffe von Subftanzen befchäftigt gewefen, die mir eine merkwürdige Aehnlichkeit in der Form und faft eine Gleichheit in den Winkeln gezeigt hat, unter denen ich nur den Cymophan, Peridot, Humit, Forfterit, den kryftallifirten Serpentin, den Tantalit u. f. w. nennen will. Sobald die Refultate vollftändig find, werde ich fie bekannt machen, und ich hoffe, dafs, fo wie fich die Beifpiele von Ifomorphie vermehren, fich auch die Aufmerkfamkeit der Mineralogen und der Chemiker

*) Diefe beiden Säuren bieten einen Fall dar, der dem hier betrachteten analog ift. Ihre Verbindung mit zwei ifomorphen Bafen erzeugt ifomorphe Kryftalle, die vom arfenikfauren Kobalt und phosphorfauren Eifen.

mehr auf diesen interessanten Gegenstand, der die Hülfe beider bedarf, lenken wird.

Gelegentlich will ich hier einen schönen Krystall vom wolframsauren Kalk beschreiben, der zu der Sammlung der verwitweten Gräfin von Aylesford gehört und mir von dieser zu untersuchen erlaubt worden ist. Vergleicht man seine Winkel mit den zuvor vom wolframsauren Blei gegebenen, so kann die Aehnlichkeit zwischen beiden Substanzen nicht entgehen. Der Krystall ist in Fig. X. Taf. II. (des vorigen Heftes) abgebildet, fast in natürlicher Gröfse. Ein gerades quadratisches Prisma, dessen Seite $b$ zur Höhe sich wie 1 zu 2,098 verhält, habe ich zur Grundform angenommen. Die Winkel sind:

| | |
|---|---|
| $P : m = 90°$ | ${}_3a : {}_3a = 155° 36'$ |
| $m : m = 90°$ | ${}_3a : b' = 151° 33'$ |
| $b' : b^3 = 150° 27'$ | ${}_3a : a^2 = 152° 21'$ |
| $a^2 : a^4 = 160° 33'$ | ${}_3a : a^4 = 136° 12'$ |
| (in den Endkanten) | (in den Seitenkanten) |
| $b' : b' = 100° 40'$ | $b' : b' = 129° 2'$ |
| $b^3 : b^3 = 132° 11'$ | $b^3 : b^3 = 69° 56'$ |
| $a^4 : a^4 = 130° 10'$ | $a^4 : a^4 = 73° 8'$ |
| $a^2 : a^2 = 108° 12'$ | $a^2 : a^2 = 112° 2'$ *) |

Dieser schöne Krystall ist durchsichtig und von blafsgelber Farbe. Aus dem Ansehen der Gebirgsart, die den Krystall enthielt, schlofs Hr. Heuland, dafs derselbe zu *Breitenbrunn* in Sachsen vorkommen müfste.

*) Die Zeichen der Flächen sind nach der Methode des Prof. Weifs folgende: $b^3 = [3a : 3a : c]$; $a^4 = [2a : \infty a : c]$; ${}_3a = [a : \frac{1}{3}a : c]$, die der Flächen $b'$, $b^2$, $m$ und $a^2$ sind den früher angegebenen gleich. (*P.*)

## XIII. *Nachträgliche Notizen über die durch Bewegung entstehenden magnetischen Erscheinungen.*

Im vorigen Bande dieser Annalen S. 385 ist den Lesern aus den Annales de chimie et de physique eine Notiz von Hrn. Arago mitgetheilt, worin derselbe unter andern einen Versuch anführt zum Beweise, dass auch *nichtmetallische* Substanzen im Stande sind, die Amplituden einer über ihnen schwingenden Magnetnadel merklich zu verringern. Zufolge einer späteren Anzeige in der nämlichen Zeitschrift, Tom. 33. p. 223, ist in jener Notiz zufällig ein Satz ausgelassen worden, und Hr. Arago theilt ihn daselbst nachträglich mit, eine dreimonatliche Reise als Entschuldigung angebend, dass es nicht schon früher geschehen sey. Da dieser Satz von Wichtigkeit ist, so wird es nöthig, ihn auch für die Leser dieser Annalen nachzuholen; er ist im vorigen Bande S. 387 nach Zeile 18 einzuschalten und lautet folgendermaſsen.

Uebrigens, obgleich die Nachbarschaft von nicht metallischen Körpern, wie man gesehen hat, stets eine merkliche Verringerung in der Amplitude der Schwingungen einer Magnetnadel zu Wege bringt, bin ich selbst doch sehr geneigt, zu gestehen, dass der gröſste Theil der Wirkung hier nicht von einer magnetischen Action abhängen kann. Es ist um so nöthiger, über diesen Gegenstand neue Versuche im Vacuo anzustellen, als mir geschienen hat, dass selbst nichtmagnetisirte Nadeln einige Einwirkung erleiden, ferner die hemmende Wirkung des Glases, des Wassers und des Papieres, sehr abweichend von der der Metalle, bloſs eine Wirkung der Oberflächen zu seyn scheint und

endlich die Rotationsbewegung dieſer Subſtanzen ohne Wirkung bleibt, ſobald eine Scheidewand dieſelben von der Magnetnadel trennt.

* * *

Man wird ſich aus dem letzten Hefte eines vom Prof. Pohl gemachten Verſuches erinnern, welcher zeigt, daſs eine rotirende Kupferſcheibe auf dem freiſchwebenden Theil des Schluſsdrahtes einer galvaniſchen Kette eine ähnliche Wirkung ausübt, wie auf eine Magnetnadel. Die Wirkung beſtand bei dieſem Verſuche darin, daſs der Draht um ungefähr 20° aus ſeiner natürlichen Lage abgelenkt wurde, und der Verfaſſer ſchloſs daraus, daſs unter günſtigeren Bedingungen eine volle Rotation des Drahtes eingetreten ſeyn würde. Obgleich nun eine ſolche Rotation durchaus nicht zweifelhaft ſeyn konnte, ſo hat es doch, wenn auch nur aus hiſtoriſchem Geſichtspunkte, einiges Intereſſe, einen thatſächlichen Beweis für die Möglichkeit derſelben zu kennen, und deshalb mag hier eine von Ampère in Gemeinſchaft mit Hrn. Colladon angeſtellte Unterſuchung eine kurze Erwähnung finden. Die Verſuche ſind der Zeit nach früher angeſtellt als die des Hrn. Prof. P., waren hier aber noch unbekannt, als derſelbe mir ſeinen Aufſatz übergab. Man findet ſie beſchrieben in dem Bulletin des Sciences mathématiques etc. Tom. VI. p. 211, und aus dieſer Quelle entnehme ich kürzlich die nachſtehenden Data, da mir eine ausführliche Mittheilung von keinem Nutzen ſchien. Der bewegliche Theil des Schluſsdrahtes hatte bei den Verſuchen der HH. Ampère und Colladon die Geſtalt einer Spirale von einigen wenigen

Umlaufen und schwebte in horizontaler Lage mittelst der beiden Enden, die sich senkrecht erhoben und in zwei mit Quecksilber gefüllten Schälchen tauchten, sehr nahe über der Kupferscheibe, die gleichfalls in einer Horizontalebene rotirte. Die Wirkung der Kupferscheibe auf den beweglichen Schliefsdraht konnte sich hiedurch sehr stark äufsern, während die des Erdmagnetismus fast compensirt war. Eine Glasglocke bedeckte den Apparat und eine Scheibe sehr dikken Papiers trennte ihn von der rotirenden Kupferscheibe. Die Schälchen mit Quecksilber standen mit der galvanischen Kette in Verbindung. Bei einem der ersten Versuche am 30. des verflossenen Augustmonats, wurde die Spirale nur um etwa 20° aus ihrer natürlichen Lage abgelenkt und zwar im Sinne der jedesmaligen Drehung der Kupferscheibe; bei einem spätern Versuche, am 11. Septemb., aber gelang es mit Hülfe einer kräftigeren Säule, eine leichtere Spirale in eine anhaltende Rotation zu versetzen, die an Schnelligkeit den eines Magnetstabes von mittlerer Stärke gleich kam, auch in Richtung mit der übereinstimmte, welche man der Kupferscheibe, nach dem Beispiele des Hrn. Arago, mittelst eines kupfernen Räderwerks ertheilt hatte. (*P.*)

---

## XIV. *Ueber die Veränderung der doppelten Strahlenbrechung durch die Wärme.*

Ueber diesen Gegenstand ist im verflossenen Novembermonat, in einer Sitzung der hiesigen Akademie, vom Hrn. Prof. Mitscherlich eine Vorlesung gehalten worden, von der hier, da sie dem Leser im

[illegible] der [illegible] Hefte ausführlich mitgetheilt wird, einstweilen die folgende Notiz eine Stelle finden.

Bei Untersuchung des Einflusses der Wärme auf die doppelte Strahlenbrechung mehrerer Substanzen hat Hr. Prof. Mitscherlich gefunden, dass der Gyps in dieser Beziehung unter allen krystallisirten Körpern die größte Veränderung erleidet. In gewöhnlicher Temperatur verhält sich der Gyps bekanntlich wie ein zweiaxiger Krystall, und es bilden die optischen Axen desselben unter sich einen Winkel [illegible]. Erhöht man die Temperatur, so wird dieser Winkel kleiner, und bei einer Temperatur von ungefähr 70° R. fallen die optischen Axen zusammen, so dass alsdann die Erscheinungen denen bei einem einaxigen Krystalle gleich werden. Jenseits dieser Temperatur gehen die Axen wiederum auseinander und zwar in einer Ebene, die auf der früheren senkrecht steht. Beim Erkalten finden dieselben Erscheinungen in umgekehrter Ordnung Statt. Die Aenderungen geschehen mit zunehmender Temperatur in einem steigenden Verhältnisse. Die Axen der doppelten Strahlenbrechung bleiben unverändert.

---

## XV. *Notiz über den tiefen Barometerstand am 14. Januar 1827.*

Am 14. Januar 1827, an welchem Tage bekanntlich im ganzen nördlichen Deutschland, in Preussen, Dänemark, Holland, England und mehreren angränzenden Ländern ein heftiger Sturm gewüthet hat, sind hier in Berlin die nachstehenden Beobachtungen von mir

gemacht worden. Ich theile sie hier mit, in der Hoffnung, daſs sie für Leser, die gleichfalls den Gang der meteorologischen Instrumente an jenem Tage verfolgten, nicht ohne Interesse seyn werden und vielleicht einen oder den andern Physiker veranlassen, die Beobachtungen von mehreren Orten, wie früherhin, zu einem Ganzen zusammenzustellen. Für diese mag auch noch gesagt seyn, daſs sie bei kommenden Erscheinungen ähnlicher Art, auch ohne directe Anzeige, auf eine vollständige Reihe von Beobachtungen zur Bestimmung der Gröſse und Zeit des Minimums für den hiesigen Ort, mit Sicherheit rechnen können.

| Tageszeit | Temperat. der Luft R° | Barometrit. bei + 0° R. par. Lin. | Wind | Wetter |
|---|---|---|---|---|
| Mittag 12h | + 2,7 | 326,45 | SW | bedeckt, Regen |
| 3h | 3,5 | 25,66 | SW | stürmisch, regnigt |
| 6h 30′ | 4,1 | 23,27 | WSW | Sturm, Regen |
| 7h 0′ | 4,3 | 22,74 | - | - - |
| 7h 30′ | 4,5 | 22,52 | - | - regnigt |
| 8h 0′ | 4,2 | 22,97 | - | - zieml. stark. Regen |
| 8h 30′ | 4,2 | 22,55 | - | - trocken |
| 9h 0 | 4,5 | 22,32 | - | - vermischt |
| 9h 30′ | 4,6 | 22,12 | - | - heiter |
| 10h 0′ | 4,8 | 22,12 | - | - sehr heftg. Rgschaur |
| 10h 30′ | 4,3 | 22,23 | - | - sehr heftig |
| 11h 0′ | 3,6 | 22,31 | - | - - - |
| 11h 30′ | 2,5 | 22,97 | - | - äuſs. heftg. Bedeckt |
| 11h 40′ | 1,5 | 23,34 | - | - - - - |
| 12h 0′ | 1,7 | 23,91 | - | - - - - |
| 12h 30′ | 2,0 | 24,50 | - | - etwas nachlassend |
| 12h 45′ | 1,7 | 24,75 | - | |
| Am 15. Jan. Mittag 12h | — 0,5 | 30,62 | NW | stark. Wind. Vermischt |

Das Barometer hängt 42 Fuſs über dem Straſsenpflaster am Fuſs der hiesigen Sternwarte, das man bis auf eine bei Bestimmungen dieser Art zu vernachläſsigende Gröſse in der ganzen Stadt als horizontal betrachten kann. Das Mittel aus den 365 mittägigen

Ständen des Barometers im J. 1826, nachdem sie zuvor auf 0° R. reducirt worden, beträgt 335,944 par. Lin. und weicht von dem mittleren Stande aus sämmtlichen Beobachtungen nur wenig ab. Hienach hat also am 14. Jan. 1827 das Barometer hieselbst um 13,84 par. Lin. unter dem Mittel gestanden, und zwar um 9h 30′ oder 10h Abends. Die Beobachtungen sind mit aller Sorgfalt an einem der hiesigen K. Akademie gehörigen Instrumente gemacht, das sowohl hinsichtlich seiner Aufstellung, der Weite des Rohrs (die sechs Linien beträgt) und der sonstigen Ausführung gewiss zu den vollkommensten seiner Art gezählt werden muss. Dennoch hat man die Angaben nur als ungefähre zu betrachten, indem das Barometer wegen seiner Empfindlichkeit und des heftigen Sturmes während der Beobachtungszeit fast nie zur Ruhe gelangte. Barometer von geringerem Durchmesser sind mit dieser Unbequemlichkeit zwar nicht behaftet und lassen eine sichere Ablesung zu; sie stellen aber dafür den Vorgang in der Luftmasse auf eine sehr unvollständige Weise dar, da sie die kleineren Oscillationen entweder gar nicht oder sehr fehlerhaft anzeigen. Ich muss diess besonders wegen des Standes um 8h bemerken, der ungefähr 0‴,4 höher ist, als der nächst vorhergehende und nächstfolgende, was keineswegs von einem Fehler in der Ablesung herrührt, wohl aber möglicherweise durch den Regen veranlasst seyn mag, der um diese Zeit in ziemlicher Menge fiel. Bemerkenswerth ist, dass bis zum Eintritt des Minimums, nach welchem in kurzer Zeit der Sturm das Maximum seiner Heftigkeit erreichte, die Temperatur fortwährend stieg, dann aber rasch abnahm.

Gelegentlich will ich hier eine andere Reihe von Barometerſtänden mittheilen, die zwar keine ganz ungewöhnliche Tiefe erreichten, aber dennoch aus den früher angeführten Gründen nicht ohne Intereſſe ſeyn werden. Sie wurden am 14. Nov. 1826, am Tage der totalen Mondfinſterniſs, von mir beobachtet.

| Tageszeit | Temperat. der Luft R° | Barometer bei 0° R. par. Lin. | Tageszeit | Temperat. der Luft R° | Barometer bei 0° R. par. Lin. |
|---|---|---|---|---|---|
| Mittag | + 4,0 | 327,26 | 4½ | + 4,7 | 26,84 |
| 1 | 4,2 | 27,01 | 5 | 4,5 | 26 92 |
| 1½ | 4,3 | 26,84 | 5½ | 4,2 | 26,98 |
| 2 | 4,5 | 26,83 | 6 | 4,1 | 27,12 |
| 2½ | 4,5 | 26,81 | 6½ | 4,0 | 27,12 |
| 3 | 4,7 | 26,71 | 7 | 3,7 | 27,18 |
| 3½ | 4 7 | 26,55 | 9 | 2,8 | 27,26 |
| 4 | 4,6 | 26,76 | Mitternacht | 3,3 | 27,40 |

Der Wind blieſs während der ganzen Zeit mit ziemlicher Heftigkeit aus SSO. Der Himmel war abwechſelnd bedeckt und heiter, wurde aber nach $5^h\ 50'$ meiſt heiter. Von $3^h$ bis $4^h\ 30'$ gab es Wolken, die aus *Südweſten* kamen, und über ihnen noch andere, die anſcheinend in Ruhe verharrten, ein Beweis, daſs die Luft ſich wenigſtens in drei verſchiedenen Zuſtänden befand. *P.*

---

## XVI. *Ueber den Einfluſs der durch Metallcontact erregten Elektricität auf die Ablagerung von kohlenſaurem Kalke in Bleiröhren.*

Daſs man den Kupferbeſchlag der Schiffe durch zweckmäſsige Verbindung mit einem gegen ihn poſitiven Metalle wider die zerſtörenden Angriffe des Seewaſſers ſchützen könne, hat bekanntlich Sir Humphry Davy ſehr treffend in mehreren Abhandlungen gezeigt, von denen das Weſentliche in dieſen Annalen Bd. 79. S. 211 mitgetheilt iſt. Kürzlich hat Hr. Dumas Gelegenheit gehabt (Ann. de chim. et de phys. XXXIII. 265) die Anwendung dieſes Princips auf einen Fall in Vorſchlag zu bringen, der, wenn man will, der umgekehrte von jenem iſt, da das Metall, was geſchützt werden ſoll, mit einem gegen ihn negativen Metall verbunden werden muſs. Das Waſſer der Quel-

len nämlich, die an den Hügeln in der Nähe der Seine entspringen, hält sehr viel kohlensauren Kalk in Kohlensäure aufgelöst, so daſs man es in gewisser Hinsicht als eine Auflösung von saurem kohlensauren Kalke betrachten kann. Bei den Bleiröhren, welche zur Leitung dieses Wassers dienen, stellt sich nun die Unannehmlichkeit ein, daſs sie sich oft durch eine Ablagerung von kohlensaurem Kalke verstopfen, und zwar allemal da, wo die Röhren durch Schmelzloth mit einander verbunden sind. Dieſs wissen auch die dortigen Bleigieſser sehr wohl, die daher in solchen Fällen ihr Augenmerk zunächst auf diese Stellen richten. Auch die kupfernen Hähne an diesen Röhren sind der Sitz solcher Incrustationen. Die nämliche Erscheinung zeigt sich ferner auf der Porcellanmanufactur zu *Sevres*, wo ein gleichfalls mit kohlensaurem Kalke beladenes Wasser in einem bleiernen Behälter aufbewahrt wird. Die inneren Wände desselben zeigen fast kaum eine Spur von Bedeckung; wo aber die Bleiplatten durch Schmelzloth vereinigt sind, findet man eine, oft mehrere Linien dicke Schicht einer regellos geformten Masse, die im Innern krystallinisch ist und, bis auf ein wenig Eisenoxyd, nur aus kohlensaurem Kalke besteht. Eine Eisenstange, die zum Oeffnen einer Klappe am Boden jenes Behälters dient und in dem Wasser steht, ist sogar 5 bis 6 Linien dick mit einer solchen Masse überzogen, während das Blei in der Nähe fast ganz davon verschont ist. Es geht schon hieraus hervor, daſs diese Ablagerung von kohlensaurem Kalke keine zufällige seyn kann; Hr. Dumas hat dieſs jedoch durch einige directe Versuche vollends auſser Zweifel gesetzt. Er stellte nämlich eine Kupferplatte verbunden mit einer Zinkplatte in ein solches Wasser. Nach Verlauf von zwei Tagen war das Kupfer mit einem flockigen Niederschlage bedeckt, das Zink hingegen noch völlig rein, und das Wasser, was zuvor einen starken Niederschlag mit oxalsauren Salzen gab, wurde kaum mehr durch dieselben getrübt. Eben so bedeckte sich eine vier Quadratzoll groſse Silberplatte, die an einen Streifen Blei gelöthet war und mit ihm sechs Monate lang in jenem Wasser hing, mit *einem sehr dicken* Ueberzuge, während der Bleistreifen *völlig rein* bleib. Auf diese Erfahrungen gestützt, giebt nun Hr. Dumas zur Vorbeugung und Abhelfung des genannten Uebels fol-

gendes Mittel an. Man verſehe die Bleiröhren der Waſſerleitungen, in Abſtänden von zwanzig bis höchſtens dreiſsig Fuſs, mit kurzen Seitenröhren von Blei, verſchlieſse jede dieſer Seitenröhren mit einem Stöpſel, von dem eine Stange ins Waſſer der Röhre reicht, und verfertige Stöpſel und Stange von einem Metalle, das fähig iſt, im Contacte mit Blei ſich mit dem kohlenſauren Kalke zu bekleiden und die Kohlenſäure an das Blei abzuſetzen. Dazu eignen ſich nach den genannten Erfahrungen Zinn, Kupfer und Eiſen. Hr. D. glaubt daher, daſs Stöpſel von Guſseiſen völlig hinreichend ſind, ſowohl um neue Bleiröhren vor ſolchen Ablagerungen zu bewahren, als auch, um alte ſchon halbweges verſtopfte mit der Zeit wieder von dieſen zu befreien. Hr. D. hebt noch als merkwürdig hervor, daſs hier offenbar Kupfer, Schmied- und Guſseiſen negativ ſind gegen Blei, während, nach der Geſammtheit der chemiſchen Eigenſchaften dieſer Metalle, das Blei zwar poſitiv ſeyn würde gegen Kupfer und Zinn, aber negativ gegen Eiſen. Er ſchreibt dieſe Abweichung der chemiſchen Natur des hier wirkenden flüſſigen Leiters zu. Auch führt er an, daſs nach Hrn. Pouillet's directen Verſuchen das Blei im Contacte ſich negativ verhält gegen das Schmelzloth der Bleigieſser, während es poſitiv iſt gegen Zinn, Eiſen und Kupfer *). Endlich bemerkt noch Hr. D., daſs man den obigen Prozeſs, mit geringen Abänderungen, auch zur Entſalzung des Meerwaſſers anwenden könne, worüber er ins Künftige Verſuche anzuſtellen verſpricht.

---

## XVII. *Ein Fall der weiten Verbreitung des Schalls.*

Die ungemeine Leichtigkeit, mit der ein Schall bei kaltem Wetter in beträchtlichen Entfernungen gehört wird, iſt oft ein Gegenſtand der Aufmerkſamkeit geweſen. Ein Fall dieſer Art ereignete ſich (auf der dritten Nordpol-Expedition des Capt. Parry) zu Port Bowen, der bemerkenswerth iſt, da er gewiſſermaſsen einen Maſsſtab für dieſe Leichtigkeit giebt. Lieutn. Forster nämlich, welcher von dem Obſervatorium einen Mann nach dem gegenüberliegenden Ufer des Hafens geſandt hatte, um dort ein Meridianzeichen zu er-

*) Das Reſultat derartiger Verſuche hängt jedoch zum Theil von dem Zuſtande der Oberfläche der Metalle ab. Hr. Dr. Seebeck hat noch in Bd. 82. S. 140 dieſ. Annal. gezeigt, daſs Blei mit *rauher* Oberfläche negativ elektriſch wird gegen Zinn mit *polirter* Fläche, daſs aber Blei mit *polirter* Fläche gegen das nämliche Zinn poſitiv elektriſch wird. (*P.*)

pielten, konnte mit diesem ohne Umstände eine Unterredung führen, obgleich die Entfernung zufolge einer Messung 6696 engl. Fuss oder 1,2 engl. Meilen betrug. (Aus den Ann. of Ph. XII, 470. Th. Young führt indess in seinen Lect. of nat. Phil. T. II, p. 266 unter Derhams Namen an, dass man zu Gibraltar die menschliche Stimme auf mehr als zehn engl. Meilen gehört habe, und dieser Fall wäre dann von dem zuvor genannten wenigstens nicht übertroffen. *P.*)

---

## *Berichtigungen*

**in Berzelius Abhandlung, über die Bestimmung der relativen Anzahl von einfachen Atomen in chemischen Verbindungen, in diesen Annalen Band VIII.**

S. 10 Z. 16 v. o. lies *Kohlenstoff* statt Kohle<br>
\- — - 5 v. u. l. *Iridium* st. Rhodium<br>
\- — Nach Z. 5 ist einzuschalten *R. Rhodium*<br>
\- — Nach Z. 15 (nach Mangan) ist einzuschalten *Ce. Cerium*<br>
\- 16 - 7 (Note) l. *gerade* st. wieder<br>
\- 17 - 8 v. o. l. *Goldchlorid* st. Chlorgold<br>
\- 18 - 10 u. 11 v. o. l. *des Wasserstoffs* st. eines Wasserstoffatoms<br>
\- — - 13 v. u. l. *Kohlenstoff* st. Kohle<br>
\- 20 - 7 v. u. l. 51,28 st. 51,23<br>
\- 23 - 18 v. o. l. 4,8268 st. 4,2268<br>
\- 24 - 16 v. u. l. *Atomengewicht* st. Antimonengewicht<br>
\- 177 - 8 v. u. l. 184,63 st. 184,65<br>
\- 178 - 7 v. o. l. 389,1 st. 289,1<br>
\- — - 7 v. u. l. 1265,8 st. 1265,3<br>
\- 179 - 10 v. o. l. 194,62 st. 193,83<br>
\- 181 - 6 v. o. l. *könnten* st. könnte<br>
\- — - 4 v. u. l. *dieselben* st. dieses<br>
\- — - 1 v. u. l. *Wasserstoffs* st. Wassers<br>
\- 183 - 15 v. u. l. *zu niedrig ausfällt* st. ausmacht<br>
\- 184 - 6 v. u. l. *Rothof* st. Rothhof<br>
\- 185 - 5 v. o. eben so<br>
\- 186 - 10 v. o. l. 92,04 st. 92,049<br>
\- — - 10 v. u. l. *Eisenfluorid* st. Fluoreisen<br>
\- — - 5 u. 6 v. u. l. *als das Wasserstoffatom* st. als das des Wasserstoffatoms<br>
\- — - 4 v. u. l. *Analogie* st. Aehnlichkeit<br>
\- 187 - 5 v. o. l. *Wasserstoffs* st. Wassers<br>
\- — - 10 v. u. l. *neutral* st. gesättigt<br>
\- — - 5 v. u. l. *Bo* st. Bl<br>
\- 188 - 20 v. o. hinter *Säure* l. über der Spirituslampe<br>
\- — - 24 v. o. l. *keinen* st. erst einen<br>
\- 189 - 6 v. o. l. *Chlorsilber* st. Chlorcalcium<br>
\- — - 9 v. o. l. *Strontium* st. Strontian.

Die übrigen Berichtigungen sollen dem nächsten Bande angehängt werden.

Bei der Abhandlung vom Prof. Hällström ist zu bemerken, dass hier die Zeichnungen auf die Hälfte von denen des Originals reducirt und mit den Namen theils der Beobachter, theils der Beobachtungsorte versehen wurden. Die Nachträge zu dieser Abhandlung mussten aus Mangel an Raum bis zu einem der nächsten Hefte verschoben bleiben.

# *Intelligenz - Blatt.*

Dem Kreise der resp. Leser der *Annalen der Physik und Chemie*, so wie Allen an Naturwissenschaften und deren Fortschreiten regen Antheil nehmenden empfiehlt der unterzeichnete Verleger folgende in seinem Verlage erschienene Werke auf das angelegentlichste:

*Berzelius*, Untersuchung der Mineral-Wasser von Karlsbad, von Teplitz und Königswart. Uebersetzt von Dr. *Gustav Rose*. Herausgegeben mit erläuternden Zusätzen von Prof. Dr. *Gilbert*. gr. 8. Aus den Annalen der Ph. u. Ch. besonders abgedruckt. 16 gr.

Der als einer unserer ersten Chemiker ausgezeichnete Verfasser gab in seiner in den Schriften der Königl. schwed. Akademie der Wissenschaften zu Stockholm auf d. Jahr 1822 stehenden Abhandlung, die eine Frucht seines Aufenthalts in Karlsbad war, ganz neue Aufschlüsse über das Zerlegen von Mineralwassern überhaupt und die auf dem Titel aufgeführten insbesondere, in denen es ihm glückte, bisher noch unbekannte Stoffe aufzufinden. Wichtig sind einige zugleich gegebene physikalische Erläuterungen, und unter ihnen die über den noch immer räthselhaften Ursprung der Wärme und des Salzgehaltes des Karlsbader Mineralwassers. Nicht blos für Chemiker und Aerzte daher, sondern auch für alle Freunde der Naturkunde mufs seine Schrift das gröfste Interesse haben, was durch die Erläuterungen des seel. *Gilbert*, nur bedeutend erhöht werden kann und die dermalige wiederholendliche Empfehlung derselben gewifs vollkommen rechtfertiget.

---

*Brandes, H. W.*, Unterhaltungen für Freunde der Physik und Astronomie. Erstes u. Zweites Heft. gr. 8. broch. 22 gr.

Ueber die interessantesten Gegenstände, wie über die Sternschnuppen, über die Abendröthe und das Blau des Himmels, über den meteorologischen Calender, die Entstehung und Gestalt der Cometenschweife, die Ursache des Ostwindes im Frühling, verbreitet sich in der angezeigten Unterhaltung der geachtete Verfasser mit klarer Umsicht und gewohnter Tiefe. Denn ob er gleich auch für diejenigen verständlich und belehrend werden wollte, welche der Physik und Astronomie nur einige Erholungsstunden widmen können: so ist doch die Ausbeute für die Wissenschaft selbst gewifs nicht geringe, welche diese Unterhaltungen gewähren. Mehr zur Empfehlung derselben zu sagen halte ich für überflüssig. Angehängt sind Herschels letzte Untersuchungen über das Weltgebäude.

---

**Naumann**, Dr. C. F., Grundrifs der Krystallographie. Mit 3 Kupfertafeln. gr. 8. (27 Bogen) 2 Rthlr.

Dieses zum Leitfaden bei Vorlesungen sowohl, als zum Selbstunterrichte bestimmte Werk entwickelt vollständig systematisch die wichtigsten Lehren der Krystallographie, und dürfte, da der Leser Aufzählung aller einzelnen Arten von Gestalten und der dieselben beherrschenden Verhältnisse, eine gründliche Darstellung der sieben verschiedenen Krystallsysteme, wie solche in der Natur vorliegen, so wie alle zur Berechnung der Gestalten erforderlichen mathematischen Entwickelungen in einzelne Kapitel geordnet findet, jedem Anspruche der Mineralogen, Physiker, Chemiker, Pharmaceuten und Liebhaber der Naturwissenschaften überhaupt Genüge leisten.

---

**Pohl**, G. F., der Procefs der galvanischen Kette. gr. 8. broch. Rthlr. 2. 8 gr.

Der Verfasser hat in diesem Werke eine Theorie des Galvanismus entwickelt, die nicht, wie es mit den bisherigen Versuchen dieser Art der Fall ist, aus einzelnen Erscheinungen, wie aus der Electricität oder den chemischen Wirkungen allein abstrahirt ist; sondern die das Resultat einer allseitigen mannichfaltigen, zum Theil aus ganz neuen Beobachtungen und Versuchen zu Stande gebrachten Anschauung von der Gesammtwirkung der galvanischen Kette in allen wesentlichen Symptomen ihrer Thätigkeit bildet, und die als solche jedem Unbefangenen, der in den innern Zusammenhang der Untersuchungen des Verfassers gründlich eingeht, als die wahre und naturgemäfse Ansicht des eigentlichen Wesens der galvanischen Wirksamkeit ansprechen wird. Decken die Darlegungen des Verfassers einerseits namhafte und allgemein verbreitete Irrthümer in der bisherigen Theorie des Galvanismus auf und berichtigen sie: so enthalten sie andererseits einen Reichthum neuer Ansichten und Aufschlüsse über das Wesen des Chemismus, über Electricität, Magnetismus und Krystallbildung, und ist durch sie ein Standpunkt gewonnen und gesichert, von welchem aus Licht und Fruchtbarkeit über die wichtigsten Zweige der Naturwissenschaften nach allen Richtungen hin verbreitet werden kann, so wie die Physiologie durch sie den Galvanismus nun in eine bestimmte bisher nur dunkel geahnete Bedeutung treten sieht. Alle Physiker, Chemiker und Krystallographen, alle Physiologen und denkende Aerzte, alle Freunde der Naturwissenschaften werden daher auf diese sich durch Gehaltfülle und Klarheit auszeichnende, wichtige und unentbehrliche Schrift aufmerksam gemacht.

---

Schriften der naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig, erster Band mit 6 illum. und 1 schwarzen Kupfertafel. gr. 4. Rthlr. 4. 16 gr.

enthält Folgendes: 1) Königl. Bestätigung der Gesellschaft und ihrer Statuten. 2) Verzeichnifs der Mitglieder. 3) Rede bey der

Todtenfeyer des ersten Präsidenten, des Hrn. Hofrath Rosenmüller, gesprochen. Anhang hierzu: die Schriften Rosenmüllers. 4) *Synopsis fungorum Carolinae superioris secundum observatt. L. D. Schweinitz, ed. D. F. Schwägrichen*, mit 2 illum. Tafeln. 5) Ueber die Verbindung des Natrums mit der schwefelsauren Thonerde, von K. C. *Wellner*. 6) Ueber die scheinbare Gruppirung der Wolken, vom Hofrath Dr. *Clarus*. 7) Skizze der Geschichte des Tellurismus, vom Prof. Dr. *Cerutti*. 8) Beschreibung neuer Pflanzen von Dr. *Radius*, mit illum. Taf. 9) Meteorologische Beobachtungen, von C. T. *Schmiedel*. 10) Monographie der Ameisenkäfer (*Scydmaenus Latr.*), bearbeitet von C. W. T. *Müller* und G. *Kunze*, und herausgegeben von Letzterem mit 1 schwarz. Taf. 11) Leipziger Gartenpflanzen von Dr. *Schwägrichen*, beschrieben mit 2 illum. Taf. 12) Auszüge aus den Protocollen der Gesellschaft. 13) Witterungsbetrachtungen über 1821 vom Hofrath Dr. *Clarus*.

Der Preis ist auf 4 Rthlr. 16 gr. bestimmt, doch wird den auswärtigen Mitgliedern der Gesellschaft das Exemplar zu 3 Rthlr. erlassen, wenn sie sich unmittelbar an die Verlagshandlung addressiren.

---

*Wurzer's*, Dr. *Ferd.*, Handbuch der populären Chemie. Zum Gebrauche bey Vorlesungen und zur Selbstbelehrung bestimmt. Vierte durchaus umgearbeitete Auflage. gr. 8. Rthlr. 2.

Von diesem mit so ausgezeichnetem Beifalle aufgenommenen Buche, dessen drei erste Auflagen sich in dem Zeitraume weniger Jahre vergriffen, und obige völlig neue Bearbeitung nöthig machten, erschienen auch im Auslande zwei Uebersetzungen, und in Wien ein Nachdruck, so dafs die jetzige Ausgabe eigentlich als die siebente betrachtet werden kann. Der würdige Verfasser verfehlte nicht, den so überreichen Schatz der wichtigsten und interessantesten Entdeckungen der letzten Jahre in gröfster Vollständigkeit nachzutragen und etwaige kleine Irrthümer zu berichtigen, so dafs sich mit Sicherheit behaupten läfst, der frühere Ausspruch der Kritik: „dafs als Grundlage akademischer Vorlesungen auf Lyceen und Universitäten unter den neuern Compendien keines mehr als dieses empfehlenswerth sey, da es von keinem an Bestimmtheit, systematischer Ordnung und lichtvoller Kürze übertroffen werde,“ könne durch diese neue Bearbeitung sich nur bekräftigen.

---

Mannichfachen Anfragen zu genügen, bringt der Verleger der

*Annalen der Physik und Chemie*

die Preise der früheren Jahrgänge derselben hiermit in geneigte Erinnerung, und erbietet sich zu promptester Ausführung der ihm darauf zukommenden Aufträge.

*Annalen der Physik.* Herausgegeben von Dr. *L. W. Gilbert.* 1799 — 1808. 1 — 30r Band. gr. 8. Rthlr. 30. *netto.*

(*NB.* Jahrg. 1799 — 1808 ist eigentlich Verlag der *Rengerschen Verlagshandlung* in Halle.)

Neue Folge. Jahrg. 1809 bis 1818. 31 — 60r Band. gr. 8. Rthlr. 46. 12 gr. *netto.*

(*NB.* Jahrg. 1818 oder Band 58. 59. 60. fehlt, und deducire ich denselben an der neuen Folge mit Rthlr. 6. *netto.*)

— *der Physik und der physikalischen Chemie.* Herausgegeben von Dr. *L. W. Gilbert.* Jahrg. 1819 bis 1824. 4tes Heft. 61r — 76r Band. gr. 8. Rthlr. 29. 12 gr. *netto.*

(*NB.* Ganz complete Suiten von 1 — 76r Band sind vorräthig und kosten Rthlr. 106. *netto.*)

— *der Physik und Chemie.* Herausgegeben zu Berlin von *J. C. Poggendorff.* Jahrg. 1824. 5s bis 12s Heft. 1r 2r Band. (Der ganzen Folge 77r 78r Band.) Rthlr. 4. *netto.*

— — do. — — Jahrg. 1825. 1826. à 12 Hefte. 3r 4r 5r 6r 7r 8r Band. (Der ganzen Folge 79r 80r 81r 82r 83r 84r Band.) Rthlr. 12.

Was die Fortsetzung und namentlich den Jahrgang 1827 anbelangt, so beziehe ich mich in diesem Betreff auf die auf dem Umschlage dieses Heftes befindliche Anzeige, und hoffe, dass bei meinem redlichen Willen zur besten Förderung der *Annalen* das Publikum mich geneigtest unterstützen werde.

*Joh. Ambr. Barth.*

---

Litterar.

## ...itterarische Anzeige.

In unserm Verlage erscheint vom 1. Januar 1827 an:

*...harmaceutische Zeitung* des Apotheker-Vereins im nördlichen Teutschland, herausgegeben vom Hofrath Dr. R. Brandes.

Alle 14 Tage kommt von dieser Zeitschrift, welche an die Stelle der bisher einen Theil des Archives ausmachenden Vereinsmittheilungen tritt, 1 Bogen, ohne die etwaigen Beylagen, heraus. Sie enthält, außer den bisherigen Vereinsmittheilungen, auch die ...este pharmaceutische Litteratur, sowie ein Repertorium sämmt... ...er für die Pharmacie wichtigen Regierungsverfügungen. Wir ...en und erwarten, dafs sämmtliche Vereinsmitglieder die neue Zeitschrift bestellen werden, da es uns nur im Vertrauen auf deren gütige Unterstützung möglich war, den so billigen Preis von 1 Rthlr. 8 ggr. für den Jahrgang festzusetzen.

*Das Archiv des Apotheker-Vereins im nördlichen Teutschland*, redigirt vom Hofrath Dr. R. Brandes, bleibt vom 1. Januar 1827 blofs der Pharmacie als Wissenschaft gewidmet. Uebrigens erscheint es in unveränderter Gestalt und zu dem bisherigen Preise von 5 Rthlr. 16 ggr., für welchen dasselbe, wie die oben genannte Zeitschrift zu dem angeführten Preise durch alle Buchhandlungen und Postämter, welche letztere sich an das Königl. Preufs. Post-Amt zu Herford, oder das Fürstl. Thurn und Taxische Post-Amt zu Lemgo wenden wollen, bezogen werden kann.

Für Insertionen in genannte Zeitschriften berechnen wir nicht mehr als 1 ggr. für die Zeile, für Insertionen in genannte Zeitschriften zusammen aber nur 1½ ggr. für die Zeile.

Lemgo im Januar 1827.

**Meyersche Hofbuchhandlung.**

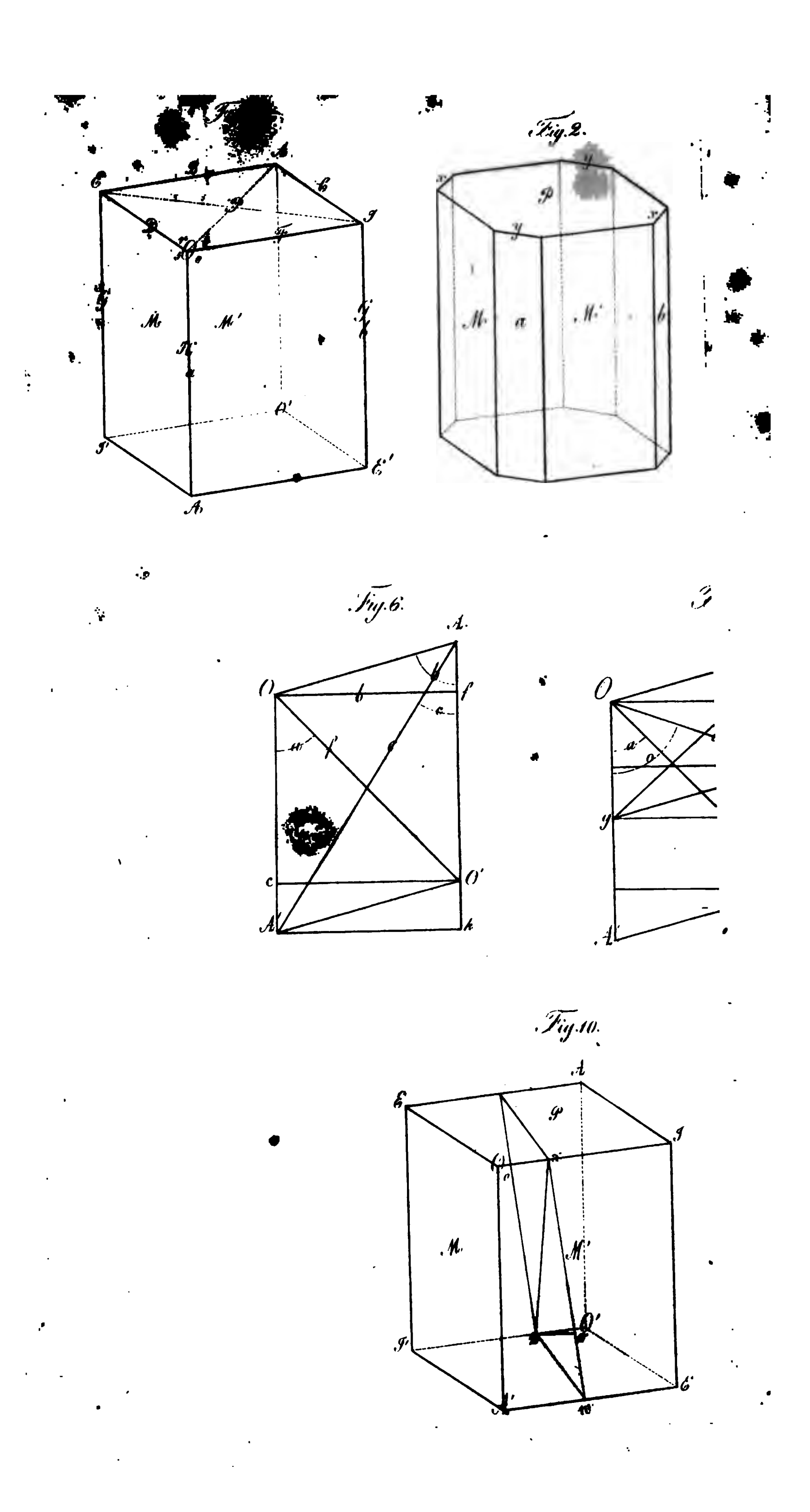


Fig.2.
Fig.6.
Fig.10.

